Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 87 del 15 aprile 2005 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Venerdì, 15 aprile 2005** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

N. 64

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 15 settembre 2004.

Recepimento della direttiva 2002/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 dicembre 2002, che modifica la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali.

S O M M A R I O

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 15 settembre 2004.

Recepimento della direttiva 2002/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 dicembre 2002, che modifica la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali.

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI

E

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO

Visto l'art. 229 del nuovo codice della strada approvato con decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 114 del 18 maggio 1992 che delega i Ministri della Repubblica a recepire, secondo le competenze loro attribuite, le direttive comunitarie concernenti le materie disciplinate dallo stesso codice;

Visti i commi 5 e 7 dell'art. 106 ed il comma 1 dell'art. 114 del nuovo codice della strada che stabiliscono la competenza del Ministro dei trasporti, ora del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, a decretare di concerto con il Ministro dell'agricoltura e delle foreste, ora con il Ministro delle politiche agricole e forestali, e con il Ministro dell'ambiente, ora con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, in materia di norme costruttive e funzionali, nonché in materia di emissioni inquinanti, delle macchine agricole e delle macchine operatrici ispirandosi al diritto comunitario;

Visto il decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione del 20 dicembre 1999, pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 32 del 9 febbraio 2000, di attuazione della direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali;

Visto il decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione del 1° giugno 2001, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 147 del 27 giugno 2001, di recepimento della rettifica alla direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;

Visto il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 20 giugno 2002, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 154 del 3 luglio 2002, di recepimento della direttiva 2001/63/CE della Commissione che adegua al pregresso tecnico la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;

Vista la direttiva 2002/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 dicembre 2002, pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* dell'Unione europea n. L 35 dell'11 febbraio 2003, che modifica la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali;

Sentito il Ministro della salute;

ADOTTA

il seguente decreto:

Recepimento della direttiva 2002/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 dicembre 2002 che modifica la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali.

Art. 1.

1. Il decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 20 dicembre 1999, come modificato da ultimo dal decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 20 giugno 2002, è modificato come segue:

a) all'art. 2:

1) l'ottavo trattino è sostituito dal seguente:

« - immissione sul mercato, l'azione di rendere un motore disponibile per la prima volta sul mercato, a titolo oneroso o gratuito allo scopo di distribuirlo e/o usarlo nella Comunità»;

2) sono aggiunti i seguenti trattini:

« - motore di sostituzione, un motore di nuova costruzione destinato a sostituire il motore di una macchina, che viene fornito unicamente a tale scopo;

- motore portatile, un motore che soddisfa almeno una delle seguenti condizioni:

a. deve essere installato su un'apparecchiatura condotta da un operatore per tutta la durata della o delle funzioni cui è adibita;

b. deve essere installato su un'apparecchiatura che, per svolgere la o le funzioni cui è adibita, deve operare in diverse posizioni, ad esempio capovolta o di lato;

c. deve essere installato su un'apparecchiatura nella quale la somma del peso a secco, motore più apparecchiatura, non supera i 20 kg ed alla quale si applica almeno una delle seguenti caratteristiche:

1. l'operatore deve sostenere o trasportare l'apparecchiatura per tutta la durata della o delle funzioni previste;

2. l'operatore deve sostenere o dirigere l'apparecchiatura per tutta la durata della o delle funzioni previste;

3. il motore deve essere utilizzato in un generatore o in una pompa;

- motore non portatile, un motore che non rientra nella definizione di motore portatile;

- motore portatile ad uso professionale operante in diverse posizioni, un motore portatile che soddisfa le condizioni di cui ai punti 1) e 2) della definizione di motore portatile; e per il quale il costruttore di motori ha comprovato all'autorità competente che al motore è applicabile un periodo di durabilità delle emissioni di categoria 3 conformemente al punto 2.1 dell'appendice 4 dell'allegato IV al presente decreto;

- periodo di durabilità delle emissioni, il numero delle ore indicato nell'appendice 4 dell'allegato IV al presente decreto, per determinare i fattori di deterioramento;

- famiglia di motori ad accensione comandata in piccole serie, una famiglia di motori ad accensione comandata con una produzione totale annua inferiore a 5.000 unità;

- costruttore di motori ad accensione comandata in piccole serie, un costruttore la cui produzione totale annua di motori è inferiore a 25.000 unità.»;

b) all'art. 4:

1) il comma 2. è modificato come segue:

1.1) nel primo periodo, l'espressione «allegato VI» è sostituita con l'espressione «allegato VII»;

1.2) nel secondo periodo, l'espressione «allegato VII» è sostituita con l'espressione «allegato VIII»;

2) il comma 4. è modificato come segue:

2.1) nella lettera *a)*, l'espressione «allegato VIII» è sostituita con l'espressione «allegato IX»;

2.2) nella lettera *b)*, l'espressione «allegato IX» è sostituita con l'espressione «allegato X»;

3) il comma 5. è modificato come segue:

3.1) l'espressione «allegato X» è sostituita con l'espressione «allegato XI»;

c) all'art. 7, il comma 1. è sostituito dal seguente:

«1. Le omologazioni e, se del caso, i relativi marchi di omologazione elencati nell'allegato XII al presente decreto sono considerate conformi al decreto stesso.»;

d) l'art. 9 è modificato come segue:

1) nel comma 1. l'espressione «per un tipo di motore o una famiglia di motori» è sostituita con l'espressione «per un tipo di motore o una famiglia di motori ad accensione per compressione» e l'espressione «allegato VI» è sostituita dall'espressione «allegato VII»;

2) nel comma 2. l'espressione «allegato VI» è sostituita dall'espressione «allegato VII» e l'espressione «punto 4.2.1 dell'allegato I» è sostituita dall'espressione «punto 4.1.2.1 dell'allegato I»;

3) nel comma 3. l'espressione «allegato VI» è sostituita dall'espressione «allegato VII» e l'espressione «punto 4.2.3 dell'allegato I» è sostituita dall'espressione «4.1.2.3 dell'allegato I»;

4) nel primo periodo del comma 4. l'espressione «immissione sul mercato di motori nuovi» è sostituita dall'espressione «immissione sul mercato di motori»;

e) dopo l'art. 9, è inserito il seguente articolo:

«Art. 9-*bis* — 1. Ai fini del seguente decreto, i motori ad accensione comandata vengono suddivisi nelle seguenti classi:

a. classe principale S: piccoli motori con potenza netta ≤ 19 kW;

b. la classe principale S si suddivide a sua volta in due categorie:

1) H: motori per macchine portatili;

2) N: motori per macchine non portatili.

Classe/categoria	Cilindrata (cm^3)
Motori portatili Classe SH:1	< 20
Classe SH:2	≥ 20 < 50
Classe SH:3	≥ 50
Motori non portatili Classe SN:1	< 66
Classe SN:2	≥ 66 < 100
Classe SN:3	≥ 100 < 225
Classe SN:4	≥ 225

2. A decorrere dall'11 agosto 2004, non può essere negata l'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori ad accensione comandata, o il rilascio del documento di cui all'allegato VII del presente decreto ne possono essere imposti, per l'omologazione, ulteriori requisiti in materia di emissioni che inquinano l'atmosfera, per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore, se il motore soddisfa i requisiti stabiliti dal presente decreto in materia di emissioni di inquinanti gassosi.

3. Fase I di omologazione. Sarà negato il rilascio dell'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori ed il rilascio dei documenti di cui all'allegato VII del presente decreto e ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore dopo l'11 agosto 2004, se il motore non soddisfa i requisiti stabili nel presente decreto e se le emissioni di inquinanti gassosi prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.2.2.1 dell'allegato I del presente decreto.

4. Fase II di omologazione. Sarà negato il rilascio dell'omologazione per un tipo di motore o una famiglia di motori ed il rilascio dei documenti di cui all'allegato VII del presente decreto e di ogni altra omologazione per le macchine mobili non stradali su cui sia montato un motore:

successivamente al 1° agosto 2004 per le classi di motori SN:1 ed SN:2;

successivamente al 1° agosto 2006 per la classe di motori SN:4;

successivamente al 1° agosto 2007 per le classi di motori SH:1, SH:2 ed SN:3;

successivamente al 1° agosto 2008 per la classe di motori SH:3,

se il motore non soddisfa i requisiti stabiliti dal presente decreto e se le emissioni di inquinanti gassosi prodotte dal motore in questione non sono conformi ai valori limite definiti nella tabella di cui al punto 4.2.2.2 dell'allegato I del presente decreto.

5. Dopo sei mesi a decorrere dalle date applicabili alle rispettive categorie di motori di cui ai commi 3. e 4. del presente decreto, ad eccezione delle macchine e dei motori destinati all'esportazione in Paesi terzi, sarà consentita l'immissione sul mercato di motori, già montati o meno su macchine, soltanto se essi soddisfano i requisiti del presente decreto.

6. Per i tipi di motori o le famiglie di motori che soddisfano i valori limite indicati nella tabella di cui al punto 4.2.2.2 dell'allegato I del presente decreto prima delle date stabilite nel comma 4., è consentita un'etichettatura ed una marcatura speciali per indicare che l'attrezzatura in questione soddisfa i valori limite prima delle date stabilite.

7. Le seguenti macchine sono esentate dal rispetto delle date di attuazione per i valori limite di emissione della fase II per un periodo di tre anni dall'entrata in vigore di tali valori limite di emissione. Per questi tre anni continuano ad essere applicabili i valori limite di emissione della fase I:

motosega portatile: un apparecchio portatile destinato al taglio del legno con sega a catena, da tenersi con due mani ed avente una cilindrata superiore ai 45 cm^3, in conformità della norma EN ISO 11681-1;

apparecchio con impugnatura superiore, ossia trapani portatili e motoseghe a catena per gli alberi: un apparecchio portatile con un manico sull'estremità superiore, destinato a praticare fori o a tagliare legno con una sega a catena, in conformità della norma ISO 11681-2;

decespugliatore portatile con motore a combustione interna: un apparecchio portatile dotato di una lama rotante in metallo o plastica destinato a tagliare erbe infestanti, cespugli, arbusti e vegetazione simile. Deve essere progettato in conformità della norma EN ISO 11806 in modo da operare in varie posizioni, come orizzontalmente o dall'alto verso il basso, e deve avere una cilindrata superiore a 40 cm^3;

tagliasiepi portatile: un apparecchio portatile destinato al taglio di siepi e cespugli mediante una o più lame dotate di moto alternativo, in conformità della norma EN 774;

tagliatrice portatile con motore a combustione interna: un apparecchio portatile destinato a tagliare materiali duri come pietre, asfalto, cemento o acciaio, mediante una lama rotante in metallo con una cilindrata superiore a 50 cm^3, in conformità della norma EN 1454, e

motori non portatili della classe SN:3, ad asse orizzontale: unicamente quei motori della classe SN:3 non portatili con asse orizzontale che producono un'energia pari o inferiore a 2,5 kW, utilizzati essenzialmente per determinati fini industriali, comprendenti motozappe, tagliatrici a cilindri, aeratori per prati e generatori.

8. Per ciascuna categoria, sono posposte di due anni le date di cui ai commi 3, 4 e 5 per i motori prodotti entro la data che precede le date indicate nei commi medesimi.»;

f) all'art. 10:

1) il comma 1. è sostituito dal seguente:

«1. I requisiti di cui all'art. 8. commi 1 e 2, all'art. 9, comma 4, ed all'art. 9-*bis*, comma 5, non si applicano:

ai motori ad uso delle forze armate, ed

ai motori esentati in base ai commi 1-*bis* e 2.;

2) dopo il comma 1. è inserito il seguente comma:

«1-*bis*. Il motore di sostituzione deve rispettare i valori limite che il motore da sostituire doveva soddisfare originariamente al momento dell'immissione sul mercato. La dicitura "MOTORE DI SOSTITUZIONE" è riportata su un'etichetta applicata al motore, o è inserita nel manuale del proprietario.»;

3) dopo il comma 2. sono aggiunti i seguenti commi:

«3. Le date di cui all'art. 9-*bis*., commi 4 e 5, sono posticipate di tre anni per i costruttori di motori in piccole serie.

4. Le disposizioni di cui all'art. 9-*bis*., commi 4 e 5, sono sostituite dalle disposizioni corrispondenti della fase I per le famiglie di motori in piccole serie sino ad un massimo di 25000 unità, a condizione che le varie famiglie di motori in questione abbiano tutte una cilindrata diversa.»;

g) prima degli allegati è aggiunto il seguente elenco degli allegati:

«Elenco degli allegati:

Allegato I: ambito di applicazione, definizioni, simboli, abbreviazioni, marcatura del motore, specifiche e prove, conformità della produzione, parametri per la definizione della famiglia di motori, scelta del motore capostipite;

Allegato II: scheda informativa:

Appendice 1: caratteristiche fondamentali del motore (capostipite);

Appendice 2: caratteristiche fondamentali della famiglia di motori;

Appendice 3: caratteristiche fondamentali dei tipi di motori appartenenti ad una famiglia;

Allegato III: procedimento di prova per motori ad accensione per compressione:

Appendice 1: procedure di misurazione e campionamento;

Appendice 2: taratura degli strumenti di analisi;

Appendice 3: valutazione dei dati e calcoli;

Allegato IV: procedimento di prova - motore ad accensione comandata:

Appendice 1: procedure di misurazione e campionamento;

Appendice 2: taratura degli strumenti di analisi;

Appendice 3: valutazione dei dati e calcoli;

Appendice 4: fattori di deterioramento;

Allegato V: caratteristiche tecniche del carburante di riferimento prescritto per le prove di omologazione e per la verifica della conformità della produzione. Carburante di riferimento per macchine mobili non stradali - motori ad accensione per compressione;

Allegato VI: sistema analitico e di campionamento;

Allegato VII: scheda di omologazione:

Appendice 1: risultati delle prove per i motori ad accensione per compressione;

Appendice 2: risultati delle prove per i motori ad accensione comandata;

Appendice 3: apparecchiature e dispositivi ausiliari da installare per la prova per determinare la potenza del motore;

Allegato VIII: sistema di numerazione della scheda di omologazione;

Allegato IX: elenco delle omologazioni rilasciate per un tipo di motore/famiglia di motori;

Allegato X: elenco dei motori prodotti;

Allegato XI: scheda relativa ai motori omologati;

Allegato XII: riconoscimento di omologazioni alternative»;

h) gli allegati sono modificati ed integrati conformemente all'allegato al presente decreto, che ne costituisce parte integrante.

Il presente decreto sarà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 15 settembre 2004

Il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti
LUNARDI

Il Ministro delle politiche agricole e forestali
ALEMANNO

Il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio
MATTEOLI

Registrato alla Corte dei conti il 18 febbraio 2005
Ufficio controllo atti Ministeri delle infrastrutture ed assetto del territorio, registro n. 1, foglio n. 273

ALLEGATO

Gli allegati al decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 20 dicembre 1999, come modificato da ultimo dal decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 20 giugno 2002, sono modificati ed integrati conformemente al presente allegato.

1. L'allegato I è modificato come segue:

a) la prima frase del punto 1 «CAMPO DI APPLICAZIONE» è sostituita dal testo seguente:

«La presente direttiva si applica ai motori destinati ad essere montati sulle macchine mobili non stradali e ai motori secondari installati su veicoli destinati al trasporto di passeggeri o merci su strada.»;

b) il punto 1, lettere A, B, C, D, E è modificato come segue:

«A. destinate e idonee a far muovere, o a essere mosse, su terreno con o senza strada, con alternativamente:

i) un motore ad accensione per compressione avente una potenza netta conformemente al punto 2.4 compresa tra 18 kW e 560 kW ([4]) e funzionante a velocità intermittente più che ad una sola velocità costante.

Sono compresi in questa definizione ....

(testo invariato fino a

— autogru),

oppure

ii) un motore ad accensione per compressione avente una potenza netta conformemente al punto 2.4 compresa tra 18 kW e 560 kW e funzionante a velocità costante. I valori limite si applicano unicamente a decorrere dal 31 dicembre 2006.

Sono compresi in questa definizione i motori delle seguenti macchine (elenco non limitativo):

— compressori a gas,

— gruppi elettrogeni a carico intermittente, compresi refrigeratori e saldatrici,

— pompe ad acqua,

— apparecchi per il giardinaggio, decespugliatori, spazzaneve, spazzatrici,

oppure

iii) un motore ad accensione comandata a benzina avente una potenza netta conformemente al punto 2.4 non superiore a 19 kW.

Sono compresi in questa definizione i motori delle seguenti macchine (elenco non limitativo):

— falciatrici,

— motoseghe,

— generatori,

— pompe ad acqua,

— decespugliatori.

La presente direttiva non si applica ai seguenti veicoli:

B. Navi;

C. Locomotive ferroviarie;

D. Aeromobili;

E. Veicoli da diporto, ad esempio:

— motoslitte,

— motociclette da fuoristrada,

— veicoli fuoristrada;»;

c) il punto 2 è modificato come segue:

— alla nota 2 del punto 2.4 viene aggiunto il testo seguente:

«... salvo qualora la ventola di motori raffreddati ad aria sia montata direttamente sull'albero a gomiti (cfr. allegato VII, appendice 3).»;

— al punto 2.8 è aggiunto il seguente trattino:

«— per motori da sottoporre a prova nel ciclo G1, il regime intermedio è l'85 % del regime nominale massimo (cfr. il punto 3.5.1.2 dell'allegato IV).»;

— sono aggiunti i seguenti punti:

«2.9. *parametro regolabile*, qualsiasi dispositivo, sistema o elemento del progetto regolabile fisicamente che possa influire sulle emissioni o sulle prestazioni del motore durante la prova delle emissioni o nel corso del funzionamento normale;

2.10. *post-trattamento*, il passaggio dei gas di scarico attraverso un dispositivo o un sistema deputato ad alterare i gas, dal punto di vista chimico o fisico, prima del rilascio in atmosfera;

2.11. *motore ad accensione comandata*, motore che funziona in base al principio dell'accensione a scintilla;

2.12. *dispositivo ausiliario di controllo delle emissioni*, qualsiasi dispositivo che rileva i parametri di esercizio del motore allo scopo di regolare il funzionamento di una parte qualsiasi del sistema di controllo delle emissioni;

2.13. *sistema di controllo delle emissioni*, qualsiasi dispositivo, sistema o elemento del progetto che controlla o riduce le emissioni;

2.14. *sistema del carburante*, tutti i componenti adibiti alla misurazione e alla miscelazione del carburante;

2.15. *motore secondario*, un motore installato in o su un veicolo a motore che tuttavia non fornisce la forza motrice al veicolo;

2.16. *durata della modalità di prova*, il lasso di tempo compreso tra lo stacco dal regime e/o dalla coppia della modalità precedente o della fase di precondizionamento e l'inizio della modalità successiva. Comprende i tempi per il cambiamento del regime e/o della coppia e la stabilizzazione all'inizio di ciascuna modalità.»

— Il punto 2.9 diventa punto 2.17 e gli attuali punti da 2.9.1 a 2.9.3 sono rinumerati da 2.17.1 a 2.17.3;

d) il punto 3 è modificato come segue:

— il punto 3.1 è sostituito dal testo seguente:

«3.1. Il motore ad accensione per compressione omologato a norma della presente direttiva deve recare:,»

— il punto 3.1.3 è modificato come segue:

«allegato VII» viene sostituito da «allegato VIII»,

— è inserito il punto seguente:

«3.2. Il motore ad accensione comandata omologato a norma della presente direttiva deve recare:

3.2.1. il marchio di fabbrica o la ragione sociale del costruttore del motore;

3.2.2. il numero di omologazione CE descritto nell'allegato VIII»,

— gli attuali punti da 3.2 a 3.6 sono rinumerati da 3.3 a 3.7,

— il punto 3.7 è modificato come segue: «allegato VI» è sostituito da «allegato VII»;

e) il punto 4 è modificato come segue:

— è inserita la seguente voce: «4.1 Motori ad accensione per compressione»,

— l'attuale punto 4.1 diventa 4.1.1 e il riferimento ai punti 4.2.1 e 4.2.3 è sostituito da un riferimento ai punti 4.1.2.1 e 4.1.2.3,

— l'attuale punto 4.2 diventa 4.1.2 ed è modificato come segue: «allegato V» è sostituito da «allegato VI»,

— l'attuale punto 4.2.1 diventa 4.1.2.1; l'attuale punto 4.2.2 diventa 4.1.2.2 e il riferimento al punto 4.2.1 è sostituito dal riferimento al punto 4.1.2.1; gli attuali punti 4.2.3 e 4.2.4 diventano 4.1.2.3 e 4.1.2.4;

f) è aggiunto il punto seguente:

«4.2. **Motori ad accensione comandata**

4.2.1. *Informazioni generali*

Gli elementi che possono influire sull'emissione d'inquinanti gassosi devono essere progettati, costruiti e montati in modo che, in condizioni normali di utilizzazione e malgrado le vibrazioni cui può essere sottoposto, il motore possa soddisfare alle disposizioni della presente direttiva.

I provvedimenti tecnici presi dal costruttore devono garantire che le emissioni suddette siano effettivamente limitate conformemente alla presente direttiva, per la normale durata di vita del motore e nelle normali condizioni d'uso ai sensi dell'allegato IV, appendice 4.

4.2.2. *Specifiche relative alle emissioni di inquinanti*

I componenti gassosi emessi dal motore sottoposto alla prova devono essere misurati con i metodi descritti nell'allegato VI (si considera incluso qualsiasi eventuale dispositivo di post-trattamento).

Sono accettati altri sistemi o analizzatori, purché essi forniscano risultati equivalenti ai seguenti sistemi di riferimento:

— per le emissioni gassose misurate sullo scarico tal quale, il sistema illustrato nella figura 2 dell'allegato VI,

— per le emissioni gassose misurate sullo scarico diluito di un sistema di diluizione a flusso pieno, il sistema illustrato nella figura 3 dell'allegato VI.

4.2.2.1. Le emissioni di monossido di carbonio, idrocarburi, ossido d'azoto e la somma totale di idrocarburi e ossidi di azoto non devono superare, per la fase I, i valori indicati nella tabella seguente:

Fase I

Classe	Monossido di carbonio (CO) (g/kWh)	Idrocarburi (HC) (g/kWh)	Ossidi di azoto (NO_x) (g/kWh)	Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (g/kWh)
				$HC + NO_x$
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

4.2.2.2. Le emissioni di monossido di carbonio e la somma totale di idrocarburi e ossidi di azoto non devono superare, per la fase II, i valori indicati nella tabella seguente:

Fase II (*)

Classe	Monossido di carbonio (CO) (g/kWh)	Somma di idrocarburi e ossidi di azoto (g/kWh)
		$HC + NO_x$
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

Le emissioni di NOx per tutte le classi di motori non devono superare i 10 g/kWh.

4.2.2.3. In deroga alla definizione di "motore portatile" di cui all'articolo 2 della presente direttiva, i motori a due tempi utilizzati per gli spazzaneve devono rispettare soltanto gli standard fissati per le classi SH:1, SH:2 o SH:3.

(*) Cfr. allegato 4, appendice 4: inclusi i fattori di deterioramento.»;

g) i punti da 6.3 a 6.9 sono sostituiti dai punti seguenti:

«6.3. Cilindrata unitaria: entro una fascia di variazione dall'85 % al 100 % della cilindrata massima della famiglia di motori in questione.

6.4. Metodo di aspirazione dell'aria

6.5. Tipo di carburante:

— diesel

— benzina

6.6. Tipo/disegno della camera di combustione

6.7. Valvole e luci: configurazioni, dimensioni e numero

6.8. Sistema di alimentazione carburante:

per il diesel

— iniettore a pompa

— pompa in linea

— pompa distributore

— elemento singolo

— iniettore unitario

per la benzina

— carburatore

— iniezione indiretta carburante

— iniezione diretta

6.9. Caratteristiche varie:

— ricircolo dei gas di scarico

— iniezione d'acqua/emulsione

— iniezione di aria

— sistema di raffreddamento della sovralimentazione

— tipo di accensione (a compressione, a scintilla)

6.10. Post-trattamento dello scarico:

— catalizzatore di ossidazione

— catalizzatore di riduzione

— catalizzatore a tre vie

— reattore termico

— trappola del particolato»;

2. l'allegato II è modificato come segue:

a) all'appendice 2, il testo della tabella è così modificato:

il testo «Erogazione carburante per corsa (mm^3)» alla terza e alla sesta voce è sostituito da: «Erogazione carburante per corsa (mm^3) per i motori diesel, flusso del carburante (g/h) per i motori a benzina»;

b) l'appendice 3 è modificata come segue:

— Il titolo del punto 3 è sostituito dal testo seguente: «ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE PER I MOTORI DIESEL»,

— vengono aggiunti i seguenti punti:

«4. ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE PER I MOTORI A BENZINA

4.1. Carburatore . . . .

4.1.1. Marca o marche: . . . .

4.1.2. Tipo o tipi: . . . .

4.2. Iniezione indiretta carburante: punto singolo o multipunto . . . .

4.2.1. Marca o marche: . . . .

4.2.2. Tipo o tipi: . . . .

4.3. Iniezione diretta . . . .

4.3.1. Marca o marche: . . . .

4.3.2. Tipo o tipi: . . . .

4.4. Flusso del carburante [g/h] e rapporto aria/carburante al regime nominale e con la valvola a farfalla completamente aperta»;

— l'attuale punto 4 diventa punto 5 e sono aggiunti i seguenti punti:

«5.3. Sistema variabile di registrazione della valvola (se applicabile e dove: aspirazione e/o scarico)

5.3.1. Tipo: continuo o discontinuo

5.3.2. Angolo di sfasamento di camma»,

— Sono aggiunti i punti seguenti:

«6. CONFIGURAZIONE LUCI

6.1. Posizione, dimensione e numero»

«7. SISTEMA DI INIEZIONE

7.1. Bobina di accensione

7.1.1. Marca o marche: . . . .

7.1.2. Tipo o tipi: . . . .

7.1.3. Numero

7.2. Candela o candele

7.2.1. Marca o marche: . . . .

7.2.2. Tipo o tipi: . . . .

7.3. Magnete

7.3.1. Marca o marche: . . . .

7.3.2. Tipo o tipi: . . . .

7.4. Messa in fase dell'accensione

7.4.1. Anticipo statico rispetto al punto morto superiore [gradi di rotazione dell'albero a gomito]: . . . .

7.4.2. Curva di anticipo, se applicabile: . . . . »;

3. l'allegato III è modificato come segue:

a) il titolo è sostituito dal seguente:

«PROCEDIMENTO DI PROVA PER MOTORI AD ACCENSIONE PER COMPRESSIONE»

b) il punto 2.7 è modificato come segue:

«allegato VI» è sostituito da: «allegato VII» e «allegato IV» è sostituito da «allegato V»;

c) il punto 3.6 è modificato come segue:

— i punti 3.6.1 e 3.6.1.1 sono così modificati:

«3.6.1. Specifiche delle macchine conformemente all'allegato I, parte 1 A:

3.6.1.1. Specifica A: I motori di cui all'allegato I, parte 1 A, punto i) sottoposti alla prova, vengono fatti funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 8 modalità (*) (tabella invariata).

(*) Identico al ciclo C1 del progetto di norma ISO 8178-4.»,

— è aggiunto il punto seguente:

«3.6.1.2. Specifica B. I motori di cui alla parte 1 A, punto ii), sottoposti alla prova, vengono fatti funzionare al dinamometro conformemente al seguente ciclo di 5 modalità ([1]):

Modalità numero	Regime del motore	Carico percentuale	Fattore di ponderazione
1	Nominale	100	0,05
2	Nominale	75	0,25
3	Nominale	50	0,3
4	Nominale	25	0,3
5	Nominale	10	0,1

Le cifre relative al carico sono espresse in percentuale della coppia corrispondente alla potenza di servizio di base, definita come la potenza massima disponibile durante una sequenza di potenza variabile, la cui durata può corrispondere a un numero illimitato di ore annue, tra gli intervalli di manutenzione dichiarati e alle condizioni ambiente dichiarate; la manutenzione è effettuata secondo le disposizioni del costruttore ([2]).

([1]) Identico al ciclo D2 della norma ISO 8168-4: 1996 (E).

([2]) Per una migliore spiegazione della definizione di potenza di servizio di base cfr. la figura 2 della norma ISO 8528-1: 1993 (E).»,

— il punto 3.6.3 è modificato come segue:

«3.6.3. Sequenza di prova

Avviare la sequenza di prova. La prova viene eseguita in ordine crescente di numero delle modalità sopraindicate per i cicli di prova.

Durante ciascuna modalità del rispettivo ciclo di prova … (Il resto è invariato),»

d) il punto 1 dell'appendice 1 è modificato come segue:

ai punti 1 e 1.4.3, «allegato V» è sostituito da «allegato VI»;

4. è aggiunto il seguente allegato:

ALLEGATO IV

PROCEDIMENTO DI PROVA PER I MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA

1. INTRODUZIONE

1.1. Il presente allegato descrive il metodo per la determinazione delle emissioni di inquinanti gassosi prodotte dai motori sottoposti a prova.

1.2. La prova viene eseguita con il motore montato su banco di prova e collegato ad un dinamometro.

2. CONDIZIONI DI PROVA

2.1. **Condizioni di prova del motore**

Misurare la temperatura assoluta T_a dell'aria di alimentazione del motore espressa in Kelvin, e la pressione atmosferica riferita al secco p_s espressa in kPa; determinare il parametro f_a come segue:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,6}$$

2.1.1. *Validità della prova*

Perché una prova sia riconosciuta valida, il parametro f_a deve soddisfare la relazione:

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2. *Motori con raffreddamento dell'aria di sovralimentazione*

Registrare la temperatura del fluido di raffreddamento e la temperatura dell'aria di alimentazione.

2.2. **Sistema di aspirazione aria del motore**

Il motore di prova deve essere munito di un sistema di aspirazione dell'aria che presenti una restrizione dell'aspirazione entro il 10 % del limite superiore specificato dal costruttore per un nuovo depuratore dell'aria alle condizioni di funzionamento del motore, specificate dal costruttore, che determinano il massimo flusso d'aria per la rispettiva applicazione del motore.

Per i piccoli motori ad accensione comandata (con cilindrata < 1 000 cm^3) deve essere utilizzato un sistema rappresentativo del motore installato.

2.3. **Sistema di scarico del motore**

Il motore sottoposto alla prova deve essere munito di un sistema di scarico che presenti una contropressione allo scarico entro il 10 % del limite superiore specificato dal costruttore per le condizioni di funzionamento del motore che producono la potenza massima dichiarata nella rispettiva applicazione del motore.

Per i piccoli motori ad accensione comandata (con cilindrata < 1 000 cm^3) deve essere utilizzato un sistema rappresentativo del motore installato.

2.4. **Sistema di raffreddamento**

Utilizzare un sistema di raffreddamento del motore avente una capacità sufficiente per mantenere il motore alle temperature di funzionamento normali prescritte dal costruttore. Questa disposizione si applica alle unità che devono essere separate per misurare la potenza, quali un soffiante dove il ventilatore (di raffreddamento) del soffiante deve essere smontato per avere accesso all'albero a gomiti.

2.5. **Olio lubrificante**

Utilizzare un olio lubrificante che soddisfi le specifiche indicate dal costruttore per un motore particolare e per un uso specifico. I costruttori devono utilizzare lubrificanti rappresentativi dei lubrificanti per motori disponibili in commercio.

Le specifiche dell'olio lubrificante utilizzato per la prova devono essere registrate al punto 1.2 dell'allegato VII, appendice 2 per i motori ad accensione comandata ed essere presentate con i risultati della prova.

2.6. **Carburatori regolabili**

Per i motori muniti di carburatori a regolazione limitata, la prova deve essere eseguita ad entrambe le estremità regolabili.

2.7. **Carburante di prova**

Il carburante è quello di riferimento definito nell'allegato V.

Il numero di ottani e la densità del carburante di riferimento utilizzato per la prova devono essere registrati al punto 1.1.1 dell'allegato VII, appendice 2, per i motori ad accensione comandata.

Per i motori a due tempi il rapporto della miscela carburante/olio deve essere quello raccomandato dal costruttore. La percentuale di olio contenuta nella miscela di carburante/lubrificante che alimenta i motori a due tempi e la densità del carburante che ne deriva devono essere registrate al punto 1.1.4 dell'allegato VII, appendice 2, per i motori ad accensione comandata.

2.8. **Determinazione delle regolazioni al dinamometro**

La base considerata per la misurazione delle emissioni è la forza frenante non corretta. Per lo svolgimento della prova è necessario eliminare eventuali dispositivi ausiliari che risultano necessari solo per il funzionamento della macchina e che possono essere montati sul motore. Se tali dispositivi ausiliari non vengono smontati, è necessario calcolare la potenza che assorbono per poter determinare le regolazioni del dinamometro; sono esclusi i motori nei quali i dispositivi ausiliari costituiscono parte integrante del motore (ad esempio i ventilatori di raffreddamento dei motori raffreddati ad aria).

Le regolazioni della restrizione sull'immissione e della contropressione sul condotto di scarico devono corrispondere, per i motori nei quali è possibile procedere a tale regolazione, ai limiti superiori specificati dal costruttore, conformemente ai punti 2.2 e 2.3. I valori della coppia massima ai regimi di prova specificati vengono determinati sperimentalmente allo scopo di calcolare i valori della coppia per le modalità di prova specificate. Per motori che non sono progettati per funzionare su più regimi lungo la curva di coppia a pieno carico, la coppia massima ai regimi di prova deve essere dichiarata dal costruttore. La regolazione del motore per ciascuna modalità di prova viene calcolata mediante la formula:

$$S = \left(\left(P_M + P_{AE} \right) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

dove:

S è la regolazione del dinamometro [kW]

P_M è la potenza massima osservata o dichiarata al regime di prova nelle condizioni di prova (cfr. allegato VII, appendice 2) [kW]

P_{AE} è la potenza totale dichiarata assorbita dagli eventuali dispositivi ausiliari installati per la prova [kW] e non prescritti ai sensi dell'allegato VII, appendice 3

L è la coppia in percentuale specificata per la modalità di prova.

Se il rapporto

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0{,}03$$

il valore di P_{AE} può essere verificato dall'autorità tecnica che concede l'omologazione.

3. ESECUZIONE DELLA PROVA

3.1. **Installazione dell'apparecchiatura di misurazione**

La strumentazione e le sonde di campionamento devono essere installate come prescritto. Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno per la diluizione dei gas di scarico, il condotto di scarico deve essere collegato al sistema.

3.2. **Avviamento del sistema di diluizione e del motore**

Il sistema di diluizione e il motore vengono avviati e riscaldati fino alla stabilizzazione della temperatura e della pressione a pieno carico e al regime nominale (punto 3.5.2).

3.3. **Regolazione del rapporto di diluizione**

Il rapporto totale di diluizione non deve essere inferiore a quattro.

Per sistemi controllati dalla concentrazione di CO_2 o NO_x il contenuto di CO_2 o NO_x dell'aria di diluizione deve essere misurato all'inizio e al termine di ciascuna prova. Le misure della concentrazione di fondo di CO_2 o NO_x prima e dopo la prova sull'aria di diluizione, non devono variare tra di loro di oltre 100 ppm o 5 ppm rispettivamente.

Quando si utilizza un sistema di analisi dei gas di scarico diluiti, le concentrazioni di fondo pertinenti vengono determinate campionando l'aria di diluizione in un sacco di campionamento durante l'intera sequenza di prova.

Una concentrazione di fondo continua (determinata senza l'uso del sacco) può essere rilevata in almeno tre punti, all'inizio, al termine e in un punto prossimo alla metà del ciclo, determinando poi la media dei valori. A richiesta del costruttore, si può omettere la misurazione dei valori di fondo.

3.4. **Controllo degli analizzatori**

Gli analizzatori delle emissioni devono essere azzerati e calibrati.

3.5. **Ciclo di prova**

3.5.1. Specifica delle macchine conformemente all'allegato I, punto 1, iii).

Il motore sottoposto alla prova viene fatto funzionare al dinamometro conformemente ai seguenti cicli di prova, in base al tipo di macchina:

ciclo D [1]: motori a velocità costante e a carico intermittente come i gruppi elettrogeni;

ciclo G1: applicazioni per macchine non portatili a regime intermedio;

ciclo G2: applicazioni per macchine non portatili a regime nominale;

ciclo G3: applicazioni per macchine portatili.

[1] Identico al ciclo D2 della norma ISO 8168-4: 1996 (E).

3.5.1.1. Modalità di prova e fattori di ponderazione

ciclo D

Numero modalità	1	2	3	4	5						
Regime del motore	Regime nominale					Intermedio					Minimo
Carico [1] %	100	75	50	25	10						
Fattore di ponderazione	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

ciclo G1

Numero modalità						1	2	3	4	5	6
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Carico %						100	75	50	25	10	0
Fattore di ponderazione						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

ciclo G2

Numero modalità	1	2	3	4	5						6
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Carico %	100	75	50	25	10						0
Fattore di ponderazione	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

ciclo G3

Numero modalità	1										2
Regime del motore	Regime nominale					Regime Intermedio					Minimo
Carico %	100										0
Fattore di ponderazione	0,85 (*)										0,15 (*)

([1]) Le cifre relative al carico sono espresse in percentuale della coppia corrispondente alla potenza di servizio di base, definita come la potenza massima disponibile durante una sequenza di potenza variabile, la cui durata può corrispondere a un numero illimitato di ore annue, tra gli intervalli di manutenzione dichiarati e alle condizioni ambiente dichiarate; la manutenzione è effettuata secondo le disposizioni del costruttore. Per una migliore spiegazione della definizione di potenza di servizio di base cfr. la figura 2 della norma ISO 8528-1: 1993 (E).
(*) Per la fase I è consentito utilizzare un valore pari a 0,90 e a 0,10 invece di, rispettivamente, 0,85 e 0,15.

3.5.1.2. Scelta del ciclo di prova più adatto

Se l'utilizzo finale principale di un modello di motore è noto, il ciclo di prova può essere scelto sulla base degli esempi indicati al punto 3.5.1.3. Se invece l'utilizzo finale principale di un motore è incerto, il ciclo di prova deve essere scelto in base alle specifiche del motore.

3.5.1.3. Esempi (l'elenco non è limitativo)

Esempi tipici per:

Ciclo D:

gruppi elettrogeni con carico intermittente, compresi i gruppi installati a bordo di navi e di treni (ma non adibiti alla propulsione), refrigeratori, saldatrici;

compressori a gas.

Ciclo G1:

falciatrici a trazione anteriore o posteriore;

golf cart;

spazzatrici;

tosaerba rotativi o a cilindro condotti a mano;

spazzaneve;

tritarifiuti.

Ciclo G2:

generatori, pompe, saldatrici e compressori ad aria portatili;

sotto questa voce possono rientrare anche le falciatrici e le attrezzature da giardino che funzionano al regime nominale del motore.

Ciclo G3

soffianti;

motoseghe;

tagliasiepe;

seghe meccaniche portatili per legno;

motozappe rotative;

spruzzatori;

decespugliatore a filo;

apparecchiature a depressione.

3.5.2. *Condizionamento del motore*

Il riscaldamento del motore e del sistema deve essere effettuato al regime massimo e alla coppia massima allo scopo di stabilizzare i parametri del motore secondo le raccomandazioni del costruttore.

Nota: il periodo di condizionamento serve anche ad eliminare l'influenza dei depositi lasciati nel sistema di scarico da una precedente prova. È richiesto anche un certo periodo di stabilizzazione tra i vari punti di prova, allo scopo di minimizzare le influenze di un punto sull'altro.

3.5.3. *Sequenza di prova*

I cicli di prova G1, G2 o G3 vengono eseguiti in ordine crescente di numero delle modalità del ciclo interessato. Il tempo minimo di campionamento è pari a 180 s. I valori della concentrazione delle emissioni allo scarico vengono misurati e registrati durante gli ultimi 120 s del rispettivo tempo di campionamento. Per ciascun punto di misurazione la durata della modalità deve essere sufficiente a garantire il raggiungimento della stabilità termica del motore prima dell'inizio del campionamento. La durata della modalità deve essere registrata.

a) Per i motori sottoposti a prova secondo la configurazione di prova del controllo del regime al dinamometro: Durante ciascuna modalità del ciclo di prova, dopo il periodo iniziale di transizione, il regime specificato deve essere mantenuto entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 1 % del regime nominale o ± 3 min^{-1}, salvo per la marcia al minimo per la quale valgono i limiti di tolleranza dichiarati dal costruttore. La coppia specificata deve essere mantenuta in modo che, durante il periodo nel quale vengono effettuate le misure, la media sia compresa tra ± 2 % della coppia massima al regime di prova.

b) Per i motori sottoposti a prova secondo la configurazione di prova del controllo del carico al dinamometro: Durante ciascuna modalità del ciclo di prova, dopo il periodo iniziale di transizione, il regime specificato deve essere mantenuto entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 2 % del regime nominale o ± 3 min^{-1}, e comunque entro ± 5 %, salvo per la marcia al minimo per la quale valgono i limiti di tolleranza dichiarati dal costruttore.

Durante ciascuna modalità del ciclo di prova che prevede una coppia minima del 50 % della coppia massima al regime di prova, durante il periodo in cui vengono raccolti i dati la coppia media specificata deve essere mantenuta entro il limite di ± 5 % della coppia prescritta. Nelle modalità del ciclo di prova che prevedono una coppia massima inferiore al 50 % della coppia al regime di prova, durante il periodo in cui vengono raccolti i dati la coppia media specificata deve essere mantenuta entro il maggiore dei due seguenti limiti: ± 10 % della coppia prescritta o ± 0,5 Nm.

3.5.4. *Risposta dell'analizzatore*

I dati forniti dall'analizzatore vengono registrati su un registratore scrivente o misurati con un sistema equivalente mentre il gas di scarico defluisce attraverso gli analizzatori almeno durante gli ultimi 180 s di ciascuna modalità. Se si applica il campionamento a sacco per la misura di CO e CO_2 diluiti (cfr. appendice 1, punto 1.4.4), viene raccolto un campione nel sacco durante gli ultimi 180 s di ciascuna modalità e successivamente analizzato e registrato.

3.5.5. *Condizioni del motore*

In ciascuna modalità, il regime e il carico del motore, la temperatura dell'aria di aspirazione e il flusso del carburante devono essere misurati dopo la stabilizzazione del motore. Qualsiasi dato ulteriore occorrente per il calcolo deve essere registrato (cfr. appendice 3, punti 1.1 e 1.2).

3.6. **Controllo dell'analizzatore al termine della prova**

Dopo il controllo delle emissioni, l'analizzatore viene ricontrollato con un gas di azzeramento e lo stesso gas di calibrazione. La prova è considerata accettabile se la differenza tra i risultati delle due misurazioni è inferiore al 2 %.

Appendice 1

1. PROCEDURE DI MISURAZIONE E CAMPIONAMENTO

I componenti gassosi emessi dal motore sottoposto alla prova vengono misurati con i metodi descritti nell'allegato VI. Questi metodi descrivono i sistemi di analisi raccomandati per le emissioni gassose (punto 1.1)

1.1. **Specifiche del dinamometro**

Usare un dinamometro per motori avente caratteristiche adeguate per svolgere i cicli di prova descritti nell'allegato IV, punto 3.5.1. La strumentazione per la misura della coppia e della velocità di rotazione deve permettere di misurare la potenza all'albero entro i limiti dati. Possono essere necessari calcoli aggiuntivi.

La precisione dell'apparecchiatura di misurazione deve essere tale da non eccedere le tolleranze massime indicate nel punto 1.3.

1.2. **Flusso del carburante e flusso totale diluito**

Usare flussimetri per carburante con la precisione definita al punto 1.3 per misurare il flusso di carburante da utilizzare per calcolare le emissioni (appendice 3). Quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, il flusso totale del gas di scarico diluito (G_{TOTW}) deve essere misurato con una PDP o un CFV — allegato VI, punto 1.2.1.2. La precisione deve essere conforme alle disposizioni dell'allegato III, appendice 2, punto 2.2.

1.3. **Precisione**

La taratura di tutti gli strumenti di misura deve essere riconducibile a norme nazionali o internazionali ed essere conforme ai requisiti indicati nelle tabelle 2 e 3.

Tabella 2 — Deviazione ammissibile degli strumenti per i parametri relativi al motore

N.	Voce	Deviazione ammissibile
1	Regime del motore	± 2 % del valore letto o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore
2	Coppia	± 2 % del valore letto o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore
3	Consumo di carburante ([a])	± 2 % del valore massimo del motore
4	Consumo di aria ([a])	± 2 % del valore letto o ± 1 % del valore massimo del motore, se superiore

([a]) I calcoli delle emissioni di scarico descritti nella presente direttiva sono in alcuni casi basati su differenti metodi di misura e/o calcolo. Date le limitate tolleranze totali per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico, i valori ammissibili per alcune voci, utilizzati nelle appropriate equazioni, devono essere inferiori alle tolleranze ammesse dalla norma ISO 3046-3.

Tabella 3 — Deviazione ammissibile degli strumenti per altri parametri essenziali

N.	Voce	Deviazione ammissibile
1	Temperature ≤ 600 K	± 2 K assoluti
2	Temperature ≥ 600 K	± 1 % del valore letto
3	Pressione dei gas di scarico	± 0,2 kPa assoluto
4	Depressioni al collettore di ammissione	± 0,05 kPa assoluto
5	Pressione atmosferica	± 0,1 kPa assoluto
6	Altre pressioni	± 0,1 kPa assoluto
7	Umidità relativa	± 3 % assoluto
8	Umidità assoluta	± 5 % del valore letto
9	Flusso dell'aria di diluizione	± 2 % del valore letto
10	Flusso dei gas di scarico diluiti	± 2 % del valore letto

1.4. **Determinazione dei componenti gassosi**

1.4.1. *Specifiche generali degli analizzatori*

Gli analizzatori devono avere un intervallo di misurazione appropriato alla precisione richiesta per misurare le concentrazioni dei componenti dei gas di scarico (punto 1.4.1.1). Si raccomanda di utilizzare gli analizzatori in modo tale che la concentrazione misurata sia compresa tra il 15 % e il 100 % del fondo scala.

Se il valore a fondo scala è di 155 ppm (o ppm C) o minore, oppure se si utilizzano sistemi di lettura (elaboratori, registratori dei dati di misurazione) che forniscono una sufficiente precisione e risoluzione al di sotto del 15 % del fondo scala, sono ammesse anche concentrazioni al di sotto del 15 % del fondo scala. In tal caso, si devono eseguire tarature addizionali per assicurare la precisione delle curve di taratura (cfr. appendice 2, punto 1.5.5.2, del presente allegato).

Il livello di compatibilità elettromagnetica (CEM) dell'apparecchiatura deve permettere di minimizzare errori addizionali.

1.4.1.1. Precisione

L'analizzatore non deve discostarsi dal punto di taratura nominale per un valore superiore a ± 2 % del valore letto su tutta la misurazione escluso lo zero e a ± 0,3 % del fondo scala a zero. La precisione viene determinata in base ai requisiti di taratura fissati nel punto 1.3.

1.4.1.2. Ripetibilità

La ripetibilità deve essere tale che il valore corrispondente a 2,5 volte la deviazione standard di dieci risposte ripetitive ad un dato gas di taratura o calibrazione non deve essere maggiore di ± 1 % della concentrazione di fondo scala per ciascun intervallo utilizzato al di sopra di 100 ppm (o ppm C) o di ± 2 % di ciascun intervallo utilizzato al di sotto di 100 ppm (o ppm C).

1.4.1.3. Rumore

La risposta dell'analizzatore da picco a picco ai gas di azzeramento e di calibrazione su qualsiasi periodo di 10 secondi non deve superare il 2 % del fondo scala su tutti gli intervalli utilizzati.

1.4.1.4. Deriva dello zero

La risposta di zero è definita come la risposta media, incluso il rumore, ad un gas di azzeramento su un intervallo di tempo di 30 secondi. La deriva della risposta di zero per un periodo di un'ora deve essere inferiore al 2 % del fondo scala sull'intervallo più basso utilizzato.

1.4.1.5. Deriva di calibrazione

La risposta di calibrazione è definita come la risposta media, incluso il rumore, ad un gas di calibrazione per un intervallo di tempo di 30 secondi. La deriva della risposta di calibrazione per un periodo di un'ora deve essere inferiore al 2 % del fondo scala sull'intervallo più basso utilizzato.

1.4.2. *Essiccazione del gas*

I gas di scarico possono essere misurati su umido o sul secco. Il dispositivo facoltativo di essiccazione del gas deve avere effetti trascurabili sulla concentrazione dei gas misurati. Gli essiccatori chimici non sono ammessi per rimuovere l'acqua dal campione.

1.4.3. *Analizzatori*

I punti da 1.4.3.1 a 1.4.3.5 descrivono i principi di misura da applicare. Una descrizione dettagliata dei sistemi di misurazione figura nell'allegato VI.

I gas da misurare devono essere analizzati con gli strumenti seguenti. Per analizzatori non lineari, è ammesso l'uso di circuiti di linearizzazione.

1.4.3.1. Analisi dell'ossido di carbonio (CO)

L'analizzatore dell'ossido di carbonio deve essere del tipo ad assorbimento non dispersivo nell'infrarosso (NDIR).

1.4.3.2. Analisi del biossido di carbonio (CO_2)

L'analizzatore del biossido di carbonio deve essere del tipo ad assorbimento non dispersivo nell'infrarosso (NDIR).

1.4.3.3. Analisi dell'ossigeno (O_2)

L'analizzatore dell'ossigeno deve essere del tipo a rilevatore paramagnetico (PMD), a sensore al diossido di zirconio (ZRDO) o a sensore elettrochimico (ECS).

Nota: Si sconsiglia l'uso dei sensori al diossido di zirconio in caso di elevate concentrazioni di HC e CO, come nel caso dei motori ad accensione comandata a combustione povera. Nei sensori elettrochimici è necessario prevedere una compensazione per l'interferenza del CO_2 e dei NO_x.

1.4.3.4. Analisi degli idrocarburi (HC)

Per il campionamento diretto dei gas l'analizzatore degli idrocarburi deve essere del tipo con rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato (HFID) in cui il rivelatore, le valvole, le tubature, ecc. sono riscaldati in modo da mantenere il gas ad una temperatura di 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C).

Per il campionamento dei gas diluiti l'analizzatore degli idrocarburi deve essere del tipo con rivelatore a ionizzazione di fiamma riscaldato (HFID) o con rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID).

1.4.3.5. Analisi degli ossidi di azoto (NO_x)

L'analizzatore degli ossidi di azoto deve essere del tipo con rivelatore a chemiluminescenza (CLD) o con rivelatore a chemiluminescenza riscaldato (HCLD) con un convertitore NO_2/NO, se la misura viene effettuata sul secco. Se la misura viene effettuata su umido, si deve usare un HCLD con convertitore mantenuto al di sopra di 328 K (55 °C), a condizione che il controllo dell'estinzione causata dall'acqua rientri nella norma (allegato III, appendice 2, punto 1.9.2.2). Sia per il rilevatore CLD che per l'HCLD il percorso di campionamento deve essere mantenuto ad una temperatura di parete compresa tra 328 K e 473 K (da 55 °C a 200 °C) fino al convertitore per la misurazione sul secco e fino all'analizzatore per la misurazione su umido.

1.4.4. *Campionamento delle emissioni gassose*

Se la composizione del gas di scarico è influenzata da dispositivi di post-trattamento degli scarichi, il campione di gas di scarico deve essere prelevato a valle di tale dispositivo.

La sonda di campionamento del gas di scarico dovrebbe trovarsi sul lato ad alta pressione della marmitta, il più lontano possibile dalla luce di scarico. Per garantire la completa miscelazione dello scarico del motore prima dell'estrazione del campione, in alternativa è possibile inserire un miscelatore tra l'uscita della marmitta e la sonda di campionamento. Il volume interno del miscelatore non deve essere inferiore a 10 volte la cilindrata del motore sottoposto a prova e dovrebbe presentare un'altezza, una larghezza e una profondità praticamente uguali, come in un cubo. Le dimensioni del miscelatore dovrebbero essere ridotte al minimo; il miscelatore deve essere collegato il più possibile vicino al motore. Il condotto di scarico in uscita dal miscelatore della marmitta deve continuare per almeno 610 mm oltre il punto in cui è ubicata la sonda di campionamento e deve avere dimensioni sufficienti per ridurre al minimo la contropressione. La temperatura della superficie interna del miscelatore deve mantenersi al di sopra della temperatura di condensazione dei gas di scarico; è consigliabile una temperatura minima di 338 °K (65 °C).

In via facoltativa tutti i componenti possono essere misurati direttamente nella galleria di diluizione o tramite campionamento in sacco e successiva misura della concentrazione nel sacco di campionamento.

Appendice 2

1. TARATURA DEGLI STRUMENTI DI ANALISI

1.1. **Introduzione**

Ciascun analizzatore deve essere tarato con la frequenza necessaria per soddisfare i requisiti di precisione della presente norma. Il metodo di taratura da utilizzare è descritto in questo punto per gli analizzatori indicati nell'appendice 1, punto 1.4.3.

1.2. **Gas di taratura**

Rispettare la durata di conservazione di tutti i gas di taratura.

Registrare la data di scadenza dei gas di taratura dichiarata dal costruttore.

1.2.1. *Gas puri*

La purezza dei gas richiesta è definita dai limiti di contaminazione sottoindicati. Devono essere disponibili i seguenti gas:

— azoto purificato (contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

— ossigeno purificato (purezza> 99,5 Vol. O_2)

— miscela idrogeno-elio (40 ± 2 % idrogeno, rimanente elio); contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO_2

— aria sintetica purificata (contaminazione ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO (tenore di ossigeno 18-21 % vol).

1.2.2. *Gas di taratura e di calibrazione*

Devono essere disponibili miscele di gas aventi le seguenti composizioni chimiche:

— C_3H_8 e aria sintetica purificata (cfr. punto 1.2.1)

— CO e azoto purificato

— NO_x e azoto purificato (la quantità di NO_2 contenuta in questo gas di taratura non deve superare il 5 % del tenore di NO)

— CO_2 e azoto purificato

— CH_4 e aria sintetica purificata

— C_2H_6 e aria sintetica purificata.

Nota: Sono ammesse combinazioni di altri gas, purché i gas non reagiscano uno con l'altro.

La concentrazione effettiva dei gas di taratura e di calibrazione deve essere compresa entro il ± 2 % del valore nominale. Tutte le concentrazioni dei gas di taratura devono essere indicate su base volume (% in volume o ppm in volume).

I gas utilizzati per la taratura e per la calibrazione possono essere ottenuti anche mediante dispositivi di miscelazione di precisione (divisori di gas) effettuando la diluizione con N_2 purificato o con aria sintetica purificata. La precisione del dispositivo di miscelazione deve essere tale che la concentrazione dei gas di taratura diluiti possa essere determinata con un errore non superiore a ± 1,5 %. Una precisione analoga implica che i gas primari utilizzati per la miscelazione devono essere conosciuti con una precisione minima di ± 1 %, riconducibile a norme nazionali e/o internazionali. La verifica viene effettuata tra il 15 % e il 50 % del fondo scala per ogni taratura che comporta l'impiego di un dispositivo di miscelazione.

In alternativa, il dispositivo di miscelazione può essere controllato con uno strumento lineare per natura, ad esempio impiegando gas NO con un CLD. Il valore di calibrazione dello strumento è regolato quando il gas di calibrazione è direttamente collegato allo strumento. Il dispositivo di miscelazione è controllato quando si trova alle regolazioni utilizzate e il valore nominale viene raffrontato alla concentrazione misurata dello strumento. In ogni punto misurato la differenza deve rientrare entro un limite di ± 0,5 % del valore nominale.

1.2.3. *Controllo dell'interferenza dell'ossigeno*

I gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno devono contenere propano con 350 ppmC ± 75 ppm C di idrocarburi. La concentrazione viene determinata, con le tolleranze dei gas di calibrazione, mediante cromatografia degli idrocarburi totali più impurità o mediante miscelazione dinamica. L'azoto è il diluente predominante con l'ossigeno come gas complementare. Miscela richiesta per la prova dei motori a benzina:

Concentrazione interferenza O_2	Altro gas
10 (da 9 a 11)	Azoto
5 (da 4 a 6)	Azoto
0 (da 0 a 1)	Azoto

1.3. **Procedura operativa per gli analizzatori e per il sistema di campionamento**

La procedura operativa per l'impiego degli analizzatori deve seguire le istruzioni di avviamento e di utilizzazione del costruttore degli strumenti. Devono essere rispettati i requisiti minimi presentati nei punti da 1.4 a 1.9. Per strumenti di laboratorio quali GC e cromatografi liquidi ad alte prestazioni (HPLC) è applicabile solo il punto 1.5.4.

1.4. **Prova di trafilamento**

Eseguire una prova di trafilamento del sistema. La sonda deve essere disinserita dal sistema di scarico e l'estremità chiusa. Si mette in funzione la pompa dell'analizzatore. Dopo un periodo iniziale di stabilizzazione, tutti i flussimetri devono indicare zero; in caso contrario, controllare le linee di campionamento e rimediare ai difetti.

Il trafilamento massimo ammissibile sul lato in depressione è pari a 0,5 % della portata di utilizzo per la parte di sistema controllata. Si possono usare i flussi sull'analizzatore e sul bypass per stimare le portate di utilizzo.

In alternativa, è possibile evacuare il sistema ad una pressione minima di 20 kPa in depressione (80 kPa assoluti). Dopo un periodo di stabilizzazione iniziale l'aumento di pressione δp (kPa/min) del sistema non deve essere superiore a:

$$\delta p = p / V_{syst} \times 0{,}005 \times fr$$

dove:

V_{syst} = volume del sistema [l]

fr = portata del sistema [l/min]

Un altro metodo è l'introduzione di un cambiamento di concentrazione a gradino all'inizio della linea di campionamento passando dal gas di azzeramento a quello di calibrazione. Se, dopo un adeguato periodo di tempo, il valore letto indica una concentrazione inferiore a quella introdotta, esistono problemi di taratura o di trafilamento.

1.5. **Procedimento di taratura**

1.5.1. *Strumentazione*

Gli strumenti montati devono essere tarati e le curve di taratura devono essere controllate rispetto a gas campione, impiegando le stesse portate di gas utilizzate per il campionamento dei gas di scarico.

1.5.2. *Tempo di riscaldamento*

Seguire i tempi di riscaldamento raccomandati dal costruttore. Se non è specificato, si raccomanda un tempo di riscaldamento degli analizzatori di almeno due ore.

1.5.3. *Analizzatori NDIR e HFID*

Regolare l'analizzatore NDIR secondo quanto necessario e ottimizzare la fiamma di combustione dell'analizzatore HFID (punto 1.9.1).

1.5.4. *Gascromatografo (GC) e HPCL*

Calibrare i due strumenti secondo le buone prassi di laboratorio e in base alle raccomandazioni del costruttore.

1.5.5. *Determinazione delle curve di taratura*

1.5.5.1. Orientamento generale

a) Tarare ciascun intervallo operativo normalmente usato.

b) Azzerare gli analizzatori di CO, CO_2, NO_x e HC con aria sintetica (o azoto) purificati.

c) Introdurre negli analizzatori gli appropriati gas di taratura, registrare i valori e determinare le curve di taratura.

d) Per tutti gli intervalli degli strumenti, ad eccezione di quello inferiore, la curva di taratura dell'analizzatore viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, oltre allo zero, distribuiti nel modo più uniforme possibile. Per l'intervallo inferiore la curva di taratura viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, oltre allo zero, distribuiti in modo tale che la metà dei punti si trovi al di sotto del 15 % del fondo scala dell'analizzatore e l'altra metà al di sopra del 15 % del fondo scala. La concentrazione nominale massima per tutti gli intervalli deve essere uguale o maggiore al 90 % del fondo scala.

e) La curva di taratura viene calcolata con il metodo dei minimi quadrati. Si può utilizzare un'equazione di aggiustamento lineare o non lineare.

f) I punti di taratura non devono differire dalla linea di aggiustamento dei minimi quadrati del maggiore dei seguenti valori: oltre ± 2 % del valore o ± 0,3 % del fondo scala.

g) Se necessario, ricontrollare la regolazione dello zero e ripetere la procedura di taratura.

1.5.5.2. Metodi alternativi

Se è possibile dimostrare che una tecnica alternativa (per esempio elaboratore, commutatore di intervallo a comando elettronico, ecc.) può fornire una precisione equivalente, si possono utilizzare tali tecniche.

1.6. **Verifica della taratura**

Ciascun intervallo operativo normalmente utilizzato deve essere controllato prima di ogni analisi secondo la procedura seguente.

La taratura viene controllata utilizzando un gas di azzeramento e un gas di calibrazione il cui valore nominale sia superiore all'80 % del fondo scala dell'intervallo di misurazione.

Se, per i due punti considerati, il valore trovato non differisce di oltre il ± 4 % del fondo scala dal valore di riferimento dichiarato, si possono modificare i parametri di aggiustamento. In caso contrario, occorre verificare il gas di calibrazione o determinare una nuova curva di taratura secondo il punto 1.5.5.1.

1.7. **Taratura dell'analizzatore del gas tracciante per la misurazione del flusso di scarico**

L'analizzatore per la misurazione delle concentrazioni di gas tracciante viene tarato utilizzando gas normali.

La curva di calibratura viene determinata mediante almeno dieci punti di taratura, oltre allo zero, distribuiti in modo tale che la metà dei punti si trovi tra il 4 % e il 20 % del fondo scala dell'analizzatore e l'altra metà tra il 20 % e il 100 % del fondo scala. La curva di taratura viene calcolata con il metodo dei minimi quadrati.

La curva di taratura non deve differire di oltre ± 1 % del fondo scala dal valore nominale di ciascun punto di taratura, nell'intervallo tra il 20 % e il 100 % del fondo scala. Non deve inoltre differire di oltre ± 2 % dal valore nominale nell'intervallo tra il 4 % e il 20 % del fondo scala. L'analizzatore viene azzerato e calibrato prima della prova utilizzando un gas di azzeramento e un gas di calibrazione il cui valore nominale sia superiore all'80 % del fondo scala dell'analizzatore.

1.8. **Prova di efficienza del convertitore di NO_x**

L'efficienza del convertitore utilizzato per la conversione di NO_2 in NO viene controllata come indicato nei punti 1.8.1-1.8.8 (figura 1 dell'allegato III, appendice 2).

1.8.1. *Configurazione di prova*

Questo controllo si può effettuare con un ozonizzatore conformemente all'impianto di prova presentato alla figura 1 dell'allegato III e al procedimento descritto in appresso.

1.8.2. *Taratura*

Il CLD e l'HCLD devono essere tarati nell'intervallo di funzionamento più comune, secondo le specifiche del costruttore, utilizzando gas di azzeramento e di taratura (il cui tenore di NO deve essere pari a circa l'80 % dell'intervallo operativo e la concentrazione di NO_2 della miscela di gas deve essere inferiore al 5 % della concentrazione di NO). L'analizzatore di NO_x deve essere regolato sulla posizione NO, in modo che il gas di taratura non passi attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata.

1.8.3. *Calcolo*

L'efficienza del convertitore di NO_x viene calcolata come segue:

$$\text{Efficienza (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d}\right) \times 100$$

dove:

a = concentrazione di NO_x conformemente al punto 1.8.6

b = concentrazione di NO_x conformemente al punto 1.8.7

c = concentrazione di NO conformemente al punto 1.8.4

d = concentrazione di NO conformemente al punto 1.8.5.

1.8.4. *Aggiunta di ossigeno*

Attraverso un raccordo a T, aggiungere di continuo ossigeno o aria di azzeramento al flusso di gas fino a quando la concentrazione indicata risulti inferiore di circa il 20 % alla concentrazione di taratura indicata al punto 1.8.2. (Analizzatore in posizione NO).

Registrare la concentrazione indicata (c). Durante tutta questa operazione l'ozonizzatore deve restare disinserito.

1.8.5. *Attivazione dell'ozonizzatore*

Attivare quindi l'ozonizzatore per generare una quantità di ozono sufficiente a ridurre la concentrazione di NO a circa il 20 % (minimo 10 %) della concentrazione di taratura di cui al punto 1.8.2. Registrare la concentrazione indicata (d). (Analizzatore in posizione NO).

1.8.6. *Posizione NO_x*

Commutare quindi l'analizzatore sulla posizione NO_x in modo che la miscela gassosa (costituita da NO, NO_2, O_2 e N_2) passi attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata (a). (Analizzatore in posizione NO_x).

1.8.7. *Disattivazione dell'ozonizzatore*

Disattivare quindi l'ozonizzatore. La miscela di gas descritta al punto 1.8.6 entra nel rivelatore passando attraverso il convertitore. Registrare la concentrazione indicata (b). (Analizzatore in posizione NO_x).

1.8.8. *Posizione NO*

Dopo commutazione sulla posizione NO con l'ozonizzatore disattivato, chiudere anche il flusso di ossigeno o di aria sintetica. Il valore di NO_x letto sull'analizzatore non deve superare di oltre il ± 5 % il valore specificato al punto 1.8.2 (Analizzatore in posizione NO).

1.8.9. *Intervallo di prova*

Verificare l'efficienza del convertitore ogni mese.

1.8.10. *Efficienza*

L'efficienza del convertitore non deve essere inferiore al 90 %, ma è fortemente raccomandata un'efficienza maggiore (95 %).

Nota: Se, con l'analizzatore nell'intervallo più comune, l'ozonizzatore non può fornire una riduzione dall'80 % al 20 % conformemente al punto 1.8.5, utilizzare l'intervallo massimo che consente tale riduzione.

1.9. **Regolazione del FID**

1.9.1. *Ottimizzazione della risposta del rivelatore*

Il rivelatore HFID deve essere messo a punto come specificato dal costruttore dello strumento. Come gas di taratura, utilizzare propano in aria per ottimizzare la risposta sull'intervallo operativo più comune.

Con le portate di carburante e di aria raccomandate dal costruttore, introdurre nell'analizzatore un gas di calibrazione contenente 350 ± 75 ppmC. Determinare la risposta ad un dato flusso di carburante in base alla differenza tra la risposta al gas di calibrazione e la risposta al gas di azzeramento. Il flusso del carburante deve essere regolato per incrementi al di sopra e al di sotto del valore specificato dal costruttore. Registrare le risposte di calibrazione e di azzeramento a questi flussi di carburante. Riportare in grafico la differenza tra la risposta di calibrazione e la risposta di azzeramento e regolare il flusso di carburante sul lato ricco della curva. Il valore rappresenta la regolazione iniziale della portata, che può essere successivamente ottimizzata in base ai risultati del fattore di risposta degli idrocarburi e del controllo dell'interferenza dell'ossigeno secondo i punti 1.9.2 e 1.9.3.

Se l'interferenza dell'ossigeno o i fattori di risposta degli idrocarburi non rispettano le specifiche indicate di seguito, il flusso dell'aria sarà regolato in maniera incrementale verso l'alto e verso il basso rispetto alle specifiche del costruttore; ripetere le procedure dei punti 1.9.2 e 1.9.3 per ciascun flusso.

1.9.2. *Fattori di risposta degli idrocarburi*

Tarare l'analizzatore utilizzando propano in aria e aria sintetica purificata conformemente al punto 1.5.

Quando un analizzatore viene messo in servizio e dopo interruzioni di funzionamento piuttosto lunghe, determinare i fattori di risposta. Il fattore di risposta (R_f) per una particolare specie idrocarburica è il rapporto tra il valore C1 letto sul FID e la concentrazione del gas nella bombola espressa in ppm di C1.

La concentrazione del gas di prova deve essere ad un livello tale da ottenere una risposta pari approssimativamente all'80 % del fondo scala. La concentrazione deve essere nota con una precisione del ± 2 % riferita ad uno standard gravimetrico espresso in volume. Inoltre, la bombola del gas deve essere precondizionata per 24 ore ad una temperatura di 298 K (25 °C) ± 5 K.

I gas di prova e gli intervalli raccomandati per i relativi fattori di risposta sono i seguenti:

— metano e aria sintetica purificata: $1{,}00 \leq R_f \leq 1{,}15$

— propilene e aria sintetica purificata: $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}1$

— toluene e aria sintetica purificata: $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

Questi valori sono relativi al fattore di risposta (R_f) di 1,00 per propano e aria sintetica purificata.

1.9.3. *Controllo dell'interferenza dell'ossigeno*

Quando si mette in servizio un analizzatore e dopo interruzioni di funzionamento piuttosto lunghe, controllare l'interferenza dell'ossigeno. Scegliere un intervallo nel quale i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno rientrino nel 50 % superiore. La prova viene effettuata regolando la temperatura del forno come indicato. I gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno sono indicati al punto 1.2.3.

a) Azzerare l'analizzatore.

b) Calibrare l'analizzatore con la miscela allo 0 % di ossigeno per i motori a benzina.

c) Ricontrollare la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre lo 0,5 % del fondo scala, ripetere le procedure di cui alle lettere a) e b) di questo punto.

d) Introdurre i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno al 5 % e al 10 %.

e) Ricontrollare la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre ± 1 % del fondo scala, ripetere la prova.

f) Calcolare l'interferenza dell'ossigeno (% O_2I) per ciascuna miscela di cui alla lettera d) come segue:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100 \qquad \text{ppm C} = \frac{A}{D}$$

dove:

A = concentrazione di idrocarburi (ppm C) del gas di calibrazione utilizzato alla lettera b)

B = concentrazione di idrocarburi (ppm C) dei gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno utilizzati alla lettera d)

C = risposta dell'analizzatore

D = percentuale della risposta dell'analizzatore rispetto al fondo scala a seguito del punto A.

g) La % dell'interferenza dell'ossigeno (% O_2I) deve essere inferiore a ± 3 % per tutti i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno prima della prova.

h) Se l'interferenza dell'ossigeno è superiore a ± 3 %, il flusso dell'aria deve essere regolato per incrementi al di sopra e al di sotto del valore specificato dal costruttore, ripetendo le procedure del punto 1.9.1 per ciascun flusso.

i) Se l'interferenza dell'ossigeno è superiore a ± 3 % dopo aver regolato il flusso dell'aria variare il flusso del carburante e successivamente il flusso del campione, ripetendo le procedure del punto 1.9.1 per ciascuna nuova regolazione.

j) Se l'interferenza dell'ossigeno è ancora superiore a ± 3 %, riparare o sostituire l'analizzatore, il carburante del FID o l'aria del bruciatore prima di eseguire la prova. La procedura descritta in questo punto deve essere ripetuta dopo la riparazione o la sostituzione dell'apparecchiatura o dei gas.

1.10. Effetti di interferenza con gli analizzatori di CO, CO_2, NO_x e O_2

Gas diversi da quello analizzato possono interferire in vari modi col valore letto. Si verifica un'interferenza positiva in strumenti NDIR e PMD quando il gas interferente fornisce, in minor misura, lo stesso effetto del gas misurato. Si verifica una interferenza negativa, negli strumenti NDIR, a causa di gas interferenti che ampliano la banda di assorbimento del gas misurato e, negli strumenti CLD, a causa di gas interferenti che estinguono la radiazione. Eseguire i controlli di interferenza descritti nei punti 1.10.1 e 1.10.2 prima dell'utilizzo iniziale dell'analizzatore e dopo intervalli di inutilizzo importanti, e comunque almeno una volta all'anno.

1.10.1. *Controllo dell'interferenza sull'analizzatore di CO*

Acqua e CO_2 possono interferire con le prestazioni dell'analizzatore di CO. Pertanto, gorgogliare attraverso acqua a temperatura ambiente un gas di calibrazione del CO_2 avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo durante la prova e registrare la risposta dell'analizzatore. Quest'ultima non deve essere superiore all'1 % del fondo scala per intervalli uguali o superiori a 300 ppm, e non deve essere superiore a 3 ppm per intervalli al di sotto di 300 ppm.

1.10.2. *Controlli dell'attenuazione sull'analizzatore di NO_x*

I due gas che possono dare problemi sugli analizzatori CLD (e HCLD) sono il CO_2 e il vapore acqueo. Le risposte di estinzione di questi gas sono proporzionali alle loro concentrazioni e richiedono pertanto tecniche d'analisi per determinare l'estinzione alle più elevate concentrazioni prevedibili durante la prova.

1.10.2.1. Prova dell'attenuazione da CO_2

Far passare attraverso l'analizzatore NDIR un gas di calibrazione del CO_2 avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala dell'intervallo operativo massimo e registrare come A il valore del CO_2. Diluire poi approssimativamente al 50 % con gas di calibrazione di NO e farlo passare attraverso gli analizzatori NDIR e (H)CLD registrando come B e C rispettivamente i valori di CO_2 e NO. Chiudere poi il CO_2 e far passare solo il gas di calibrazione di NO attraverso l'analizzatore (H)CLD e registrare come D il valore di NO.

L'attenuazione, che non deve superare il 3 % del fondo scala, viene calcolata come segue:

$$\%\ \text{attenuazione}\ CO_2 = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

dove:

A: concentrazione CO_2 non diluito misurata con NDIR (%)

B: concentrazione CO_2 diluito misurata con NDIR (%)

C: concentrazione NO diluito misurata con CLD ppm

D: concentrazione NO non diluito misurata con CLD ppm

È possibile utilizzare metodi alternativi per diluire e quantificare i valori dei gas di calibrazione CO_2 ed NO, ad esempio la miscelazione dinamica.

1.10.2.2. Controllo dell'attenuazione causata dall'acqua

Il controllo si applica solo alle misure della concentrazione dei gas su umido. Il calcolo dell'attenuazione provocata dall'acqua deve considerare la diluizione del gas di calibrazione di NO con vapore acqueo e la messa in scala della concentrazione di vapore acqueo nella miscela in proporzione a quella prevista durante l'esecuzione delle prove.

Far passare un gas di calibrazione di NO avente una concentrazione dall'80 al 100 % del fondo scala del normale intervallo operativo attraverso l'analizzatore (H)CLD e registrare come D il valore di NO. Gorgogliare poi il gas di NO attraverso acqua a temperatura ambiente e farlo passare attraverso l'analizzatore (H)CLD, registrando come C il valore di NO. La temperatura dell'acqua deve essere determinata e registrata come F. Determinare e registrare come G la pressione di vapore di saturazione della miscela che corrisponde alla temperatura dell'acqua nel gorgogliatore (F). Calcolare la concentrazione di vapore acqueo (in %) della miscela come segue:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{p_B}\right)$$

e registrarla come H. Calcolare la concentrazione attesa del gas di calibrazione NO diluito (in vapore acqueo) come segue:

$$D_e = D \times \left(1 - \frac{H}{100}\right)$$

e registrarla come D_e.

L'attenuazione causata dall'acqua, che non deve superare il 3 %, viene calcolata come segue:

$$\%\ \text{attenuazione}\ H_2O = 100 \times \left(\frac{D_e - C}{D_e}\right) \times \left(\frac{H_m}{H}\right)$$

D_e: concentrazione prevista NO diluito (ppm)

C: concentrazione NO diluito (ppm)

H_m: concentrazione massima vapore acqueo

H: concentrazione effettiva vapore acqueo (%)

Nota: È importante che il gas di calibrazione di NO contenga una concentrazione minima di NO_2 per questa prova perché nei calcoli dell'attenuazione non si è tenuto conto dell'assorbimento di NO_2 in acqua.

1.10.3. *Interferenza sull'analizzatore di* O_2

La risposta degli strumenti di un analizzatore PMD causata dai gas diversi dall'ossigeno è relativamente bassa. Gli equivalenti ossigeno dei componenti dei gas di scarico più comuni sono illustrati nella tabella 1.

Tabella 1 — Equivalenti ossigeno

Gas	Equivalenti O_2 (%)
Biossido di carbonio (CO_2)	− 0,623
Monossido di carbonio (CO)	− 0,354
Ossido di azoto (NO)	+ 44,4
Biossido di azoto (NO_2)	+ 28,7
Acqua (H_2O)	− 0,381

Se sono necessarie misurazioni di alta precisione, la concentrazione di ossigeno rilevata deve essere corretta secondo la seguente formula:

$$\text{Interferenza} = \frac{(\text{Equivalente } O_2 \,\% \times \text{conc. oss.})}{100}$$

1.11. **Intervalli di taratura**

Tarare gli analizzatori conformemente al punto 1.5 almeno una volta ogni tre mesi o tutte le volte che vengono effettuate riparazioni o modifiche al sistema che possano influire sulla taratura.

———

Appendice 3

1. VALUTAZIONE DEI DATI E CALCOLI

1.1. **Valutazione dei dati relativi alle emissioni gassose**

Per la valutazione delle emissioni gassose, calcolare la media dei valori registrati almeno degli ultimi 120 secondi di ciascuna modalità di funzionamento e determinare le concentrazioni (conc) medie di HC, CO, NO_x e CO_2 per ciascuna modalità in base alla media dei valori registrati e ai corrispondenti dati di taratura. È ammesso un differente tipo di registrazione, purché assicuri un'acquisizione equivalente dei dati.

Le concentrazioni medie di fondo ($conc_d$) possono essere determinate in base ai valori ottenuti per l'aria di diluizione col metodo del sacco o ai valori di fondo ottenuti in modo continuo (senza sacco) e dai corrispondenti dati di taratura.

1.2. **Calcolo delle emissioni gassose**

I risultati finali della prova registrati risultano dai seguenti calcoli.

1.2.1. *Correzione secco/umido*

Convertire la concentrazione misurata nel valore su umido secondo le formule seguenti, salvo che sia già stata misurata su umido:

$$\text{conc (umido)} = k_w \times \text{conc (secco)}$$

Per il gas di scarico grezzo:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\,CO\,[secco] + \%\,CO_2\,[secco]) - 0{,}01 \times \%\,H_2\,[secco] + k_{w2}}$$

dove α è il rapporto idrogeno-carbonio nel carburante.

Calcolare la concentrazione di H_2 nello scarico come segue:

$$H_2\,[secco] = \frac{0{,}5 \times \alpha \times \%\,CO\,[secco] \times (\%\,CO\,[secco] + \%\,CO_2\,[secco])}{\%\,CO\,[secco] + (3 \times \%\,CO_2\,[secco])}$$

Calcolare il fattore kw_{w2}:

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1\,000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

H_a: umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca.

Per il gas di scarico diluito:

Per la misura del CO_2 su umido:

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \%\,CO_2\,[umido]}{200}\right) - k_{w1}$$

Per la misura del CO_2 su secco:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\,CO_2\,[secco]}{200}}\right)$$

dove α è il rapporto idrogeno-carbonio nel carburante.

Calcolare il fattore k_{w1} in base alle seguenti equazioni:

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

dove:

H_d umidità assoluta dell'aria di diluizione, g d'acqua per kg di aria secca

H_a umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\,conc_{CO_2} + (ppm\,conc_{CO} + ppm\,conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Per l'aria di diluizione:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Calcolare il fattore k_{w1} in base alle seguenti equazioni:

$$DF = \frac{13,4}{\% \, conc_{CO_2} + (ppm \, conc_{CO} + ppm \, conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

dove:

H_d umidità assoluta dell'aria di diluizione, g d'acqua per kg di aria secca

H_a umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca

$$DF = \frac{13,4}{\% \, conc_{CO_2} + (ppm \, conc_{CO} + ppm \, conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Per l'aria di aspirazione (se è differente dall'aria di diluizione):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Calcolare il fattore k_{w2} in base alle seguenti equazioni:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

H_a: umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria secca.

1.2.2. *Correzione dell'umidità per NO_x*

Poiché l'emissione di NO_x dipende dalle condizioni dell'aria ambiente, la concentrazione di NO_x deve essere moltiplicata per il fattore K_H per tener conto dell'umidità:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \text{ per motori a 4 tempi}$$

$$K_H = 1 \text{ per motori a 2 tempi}$$

H_a umidità assoluta dell'aria di aspirazione, g d'acqua per kg di aria

1.2.3. *Calcolo della portata massica di emissione*

La portata massica di emissione Gas_{mass} [g/h] per ciascuna modalità si calcola come segue:

a) Per il gas di scarico grezzo ([1]):

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% \, CO_2 \, [umido] - \% \, CO_{2AIR}) + \% \, CO \, [umido] + \% \, HC \, [umido]\}} \times \% \, conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

dove:

G_{FUEL} [kg/h] è la portata massica di carburante

MW_{Gas} [kg/kmole] è il peso molecolare di ciascun gas indicato nella tabella 1

Tabella 1 — Pesi molecolari

Gas	MW_{Gas} [kg/kmole]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$MW_{HC} = MW_{FUEL}$
CO_2	44,01

([1]) Per i NO_x la concentrazione deve essere moltiplicata per il fattore K_H (fattore di correzione dell'umidità per i NO_x).

— $MW_{FUEL} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 + \beta \times 15{,}9994$ [kg/kmole] è il peso molecolare del carburante, dove α è il rapporto idrogeno-carbonio e β è il rapporto ossigeno-carbonio del carburante ([1])

— CO_{2AIR} è la concentrazione di CO_2 nell'aria di alimentazione (che, se non viene misurata, è calcolata allo 0,04 %).

b) Per il gas di scarico diluito ([2]):

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

dove:

— G_{TOTW} [kg/h] è la portata massica del gas di scarico diluito su umido che, quando si utilizza un sistema di diluizione a flusso pieno, deve essere determinata secondo quanto indicato nell'allegato III, appendice 1, punto 1.2.4

— $conc_c$ è la concentrazione di fondo corretta:

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

in cui

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\, conc_{CO_2} + (ppm\, conc_{CO} + ppm\, conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Il coefficiente u figura nella tabella 2.

Tabella 2 — Valori del coefficiente u

Gas	U	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO_2	15,19	%

I valori del coefficiente u si basano su un peso molecolare del gas di scarico diluito pari a 29 [kg/kmole]. Il valore del coefficiente u degli HC è basato su un rapporto medio carbonio su idrogeno pari a 1/1,85.

1.2.4. *Calcolo delle emissioni specifiche*

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$Singolo\ gas = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n} (P_i \times WF_i)}$$

dove $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

Se per la prova vengono montati dispositivi ausiliari (ad esempio ventilatori di raffreddamento o soffianti) la potenza che assorbono deve essere aggiunta ai valori registrati, eccetto il caso in cui i dispositivi ausiliari costituiscano parte integrante del motore. La potenza del ventilatore o del soffiante deve essere determinata alle velocità utilizzate per la prova mediante calcolo sulla base delle caratteristiche standard o mediante prove pratiche (cfr. allegato VII, appendice 3).

([1]) La norma ISO 8178-1 illustra una formula più completa per il calcolo del peso molecolare del carburante (formula 50, capitolo 13.5.1 b). La formula non tiene conto solo del rapporto idrogeno-carbonio e del rapporto ossigeno-carbonio, ma anche di altri possibili componenti del carburante quali zolfo e azoto. Tuttavia, poiché per le prove sui motori ad accensione comandata della direttiva viene utilizzato un tipo di benzina che di solito contiene solo carbonio e idrogeno (denominato «carburante di riferimento» nell'allegato V), si considera la formula semplificata.

([2]) Nel caso dei NO_x moltiplicare la concentrazione per il fattore di correzione dell'umidità K_H (fattore di correzione dell'umidità per i NO_x).

I fattori di ponderazione e il numero di modalità (n) utilizzati nel calcolo suddetto sono descritti nell'allegato IV, punto 3.5.1.1.

2. ESEMPI

2.1. **Dati sui gas di scarico grezzi prodotti da un motore ad accensione comandata a quattro tempi**

Per quanto riguarda i dati sperimentali (tabella 3), effettuare prima i calcoli per la modalità 1 ed estenderli successivamente alle altre modalità di prova seguendo la stessa procedura.

Tabella 3 — Dati sperimentali relativi ad un motore ad accensione comandata a quattro tempi

Modalità		1	2	3	4	5	6
Regime del motore	min^{-1}	2 550	2 550	2 550	2 550	2 550	1 480
Potenza	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Carico in %	%	100	75	50	25	10	0
Fattori di ponderazione	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pressione barometrica	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Temperatura aria	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Umidità relativa aria	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Umidità assoluta aria	g_{H20}/kg_{air}	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO sul secco	ppm	60 995	40 725	34 646	41 976	68 207	37 439
NO_x su umido	ppm	726	1 541	1 328	377	127	85
HC su umido	ppmC1	1 461	1 308	1 401	2 073	3 024	9 390
CO_2 sul secco	% Vol.	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Portata massica carburante	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Rapporto α H/C del carburante	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Rapporto β O/C del carburante		0	0	0	0	0	0

2.1.1. *Fattore di correzione secco/umido k_w*

Calcolare il fattore di correzione secco/umido k_w per convertire le misure sul secco di CO e CO_2 in misure su umido.

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\% \, CO \, [secco] + \% \, CO_2 \, [secco]) - 0{,}01 \times \% \, H_2 \, [secco] + k_{w2}}$$

dove:

$$H_2 \, [secco] = \frac{0{,}5 \times \alpha \times \% \, CO \, [secco] \times (\% \, CO \, [secco] + \% \, CO_2 \, [secco])}{\% \, CO \, [secco] + (3 \times \% \, CO_2 \, [secco])}$$

nonché:

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1\,000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

$$H_2\ [secco] = \frac{0{,}5 \times 1{,}85 \times 6{,}0995 \times (6{,}0995 + 11{,}4098)}{6{,}0995 + (3 \times 11{,}4098)} = 2{,}450\ \%$$

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times 5{,}696}{1\,000 + (1{,}608 \times 5{,}696)} = 0{,}009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1{,}85 \times 0{,}005 \times (6{,}0995 + 11{,}4098) - 0{,}01 \times 2{,}450 + 0{,}009} = 0{,}872$$

$$CO\ [umido] = CO\ [secco] \times k_w = 60\,995 \times 0{,}872 = 53\,198\ ppm$$

$$CO_2\ [umido] = CO_2\ [secco] \times k_w = 11{,}410 \times 0{,}872 = 9{,}951\ \%\ Vol.$$

Tabella 4 — Valori di CO e CO_2 misurati su umido in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
H_2 sul secco	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k_{w2}	—	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
k_w	—	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO su umido	ppm	53 198	35 424	30 111	36 518	59 631	33 481
CO_2 su umido	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2. *Emissioni di HC*

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2\ [umido] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [umido] + \%\ HC\ [umido]\}} \times \%\ conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

dove:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 = 13{,}876$$

$$HC_{mass} = \frac{13{,}876}{13{,}876} \times \frac{1}{(9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461)} \times 0{,}1461 \times 2{,}985 \times 1\,000 = 28{,}361\ g/h$$

Tabella 5 — Emissioni di HC [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

2.1.3. *Emissioni di NO_x*

Calcolare prima il fattore di correzione dell'umidità K_H delle emissioni di NO_x come segue:

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times 5{,}696 - 0{,}862 \times 10^{-3} \times (5{,}696)^2 = 0{,}850$$

Tabella 6 — Fattore di correzione dell'umidità K_H delle emissioni di NO_x in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
K_H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Calcolare quindi la massa NO_{xmass} [g/h]:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2\ [umido] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [umido] + \%\ HC\ [umido]\}} \times \%\ conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1\,000 = 39,717\ g/h$$

Tabella 7 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
NO_{xmass}	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4. *Emissioni di CO*

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2\ [umido] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [umido] + \%\ HC\ [umido]\}} \times \%\ conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\,000 = 6\,126,806\ g/h$$

Tabella 8 — Emissioni di CO [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

2.1.5. *Emissioni di CO_2*

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2\ [umido] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [umido] + \%\ HC\ [umido]\}} \times \%\ conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1\,000 = 6\,126,806\ g/h$$

Tabella 9 — Emissioni di CO_2 [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO_{2mass}	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648

2.1.6. *Emissioni specifiche*

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

Tabella 10 — Emissioni [g/h] e fattori di ponderazione in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO_{xmass}	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO_{mass}	g/h	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO_{2mass}	g/h	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648
Potenza P_I	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Fattori di ponderazione WF_I	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28{,}361 \times 0{,}090 + 18{,}248 \times 0{,}200 + 16{,}026 \times 0{,}290 + 16{,}625 \times 0{,}300 + 20{,}357 \times 0{,}070 + 31{,}578 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 4{,}11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39{,}717 \times 0{,}090 + 61{,}291 \times 0{,}200 + 44{,}013 \times 0{,}290 + 8{,}703 \times 0{,}300 + 2{,}401 \times 0{,}070 + 0{,}820 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 6{,}85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2\,084{,}59 \times 0{,}090 + 997{,}64 \times 0{,}200 + 695{,}28 \times 0{,}290 + 591{,}18 \times 0{,}300 + 810{,}33 \times 0{,}070 + 227{,}92 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 181{,}93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6\,126{,}81 \times 0{,}090 + 4\,884{,}74 \times 0{,}200 + 4\,117{,}20 \times 0{,}290 + 2\,780{,}66 \times 0{,}300 + 2\,020{,}06 \times 0{,}070 + 907{,}65 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 816{,}36 \text{ g/kWh}$$

2.2. **Dati sui gas di scarico grezzi prodotti da un motore ad accensione comandata a due tempi**

Per quanto riguarda i dati sperimentali (tabella 11), effettuare prima i calcoli per la modalità 1 ed estenderli successivamente alle altre modalità di prova seguendo la stessa procedura.

Tabella 11 — Dati sperimentali relativi a un motore ad accensione comandata a due tempi

Modalità		1	2
Regime del motore	m^{-1}	9 500	2 800
Potenza	kW	2,31	0
Carico in %	%	100	0
Fattori di ponderazione	—	0,9	0,1
Pressione barometrica	kPa	100,3	100,3
Temperatura aria	°C	25,4	25
Umidità relativa aria	%	38,0	38,0
Umidità assoluta aria	g_{H20}/kg_{air}	7,742	7,558
CO sul secco	ppm	37 086	16 150
NO_x su umido	ppm	183	15
HC su umido	ppm C1	14 220	13 179
CO_2 sul secco	% Vol.	11,986	11,446
Portata massica carburante	kg/h	1,195	0,089
Rapporto α H/C del carburante	—	1,85	1,85
Rapporto β O/C del carburante		0	0

2.2.1. *Fattore di correzione secco/umido k_w*

Calcolare il fattore di correzione secco/umido k_w per convertire le misure a secco di CO e CO_2 in misure su umido.

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\,CO\,[secco] + \%\,CO_2\,[secco]) - 0{,}01 \times \%\,H_2\,[secco] + k_{w2}}$$

dove:

$$H_2\,[secco] = \frac{0{,}5 \times \alpha \times \%\,CO\,[secco] \times (\%\,CO\,[secco] + \%\,CO_2\,[secco])}{\%\,CO\,[secco] + (3 \times \%\,CO_2\,[secco])}$$

$$H_2\,[secco] = \frac{0{,}5 \times 1{,}85 \times 3{,}7086 \times (3{,}7086 + 11{,}986)}{3{,}7086 + (3 \times 11{,}986)} = 1{,}357\ \%$$

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1\,000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times 7{,}742}{1\,000 + (1{,}608 \times 7{,}742)} = 0{,}012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1{,}85 \times 0{,}005 \times (3{,}7086 + 11{,}986) - 0{,}01 \times 1{,}357 + 0{,}012} = 0{,}874$$

$$CO\,[umido] = CO\,[secco] \times k_w = 37\,086 \times 0{,}874 = 32\,420\ ppm$$

$$CO_2\,[umido] = CO_2\,[secco] \times k_w = 11{,}986 \times 0{,}874 = 10{,}478\ \%\ Vol.$$

Tabella 12 — Valori di CO e CO_2 misurati su umido in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2
H_2 su secco	%	1,357	0,543
kw_2	—	0,012	0,012
kw	—	0,874	0,887
CO su umido	ppm	32 420	14 325
CO_2 su umido	%	10,478	10,153

2.2.2. *Emissioni di HC*

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\,CO_2\,[umido] - \%\,CO_{2AIR}) + \%\,CO\,[umido] + \%\,HC\,[umido]\}} \times \%\,conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

dove:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 = 13{,}876$$

$$HC_{mass} = \frac{13{,}876}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 1{,}422 \times 1{,}195 \times 1\,000 = 112{,}520\ g/h$$

Tabella 13 — Emissioni di HC [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
HC_{mass}	112,520	9,119

2.2.3. *Emissioni di* NO_x

Il fattore di correzione K_H per le emissioni di NO_x-è uguale a 1 per i motori a due tempi:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\,CO_2\,[umido] - \%\,CO_{2AIR}) + \%\,CO\,[umido] + \%\,HC\,[umido]\}} \times \%\,conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 0{,}0183 \times 1 \times 1{,}195 \times 1\,000 = 4{,}800\ g/h$$

Tabella 14 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
NO_{xmass}	4,800	0,034

2.2.4. *Emissioni di CO*

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\,CO_2\,[umido] - \%\,CO_{2AIR}) + \%\,CO\,[umido] + \%\,HC\,[umido]\}} \times \%\,conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

$$CO_{mass} = \frac{28{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 3{,}2420 \times 1{,}195 \times 1\,000 = 517{,}851\ g/h$$

Tabella 15 — Emissioni di CO [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
CO_{mass}	517,851	20,007

2.2.5. *Emissioni di* CO_2

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%\,CO_2\,[umido] - \%\,CO_{2AIR}) + \%\,CO\,[umido] + \%\,HC\,[umido]\}} \times \%\,conc \times G_{FUEL} \times 1\,000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 10{,}478 \times 1{,}195 \times 1\,000 = 2\,629{,}658\ g/h$$

Tabella 16 — Emissioni di CO_2 [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2
CO_{2mass}	2 629,658	222,799

2.2.6. *Emissioni specifiche*

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

Tabella 17 — Emissioni [g/h] e fattori di ponderazione in due modalità di prova

Modalità		1	2
HC_{mass}	g/h	112,520	9,119
NO_{xmass}	g/h	4,800	0,034
CO_{mass}	g/h	517,851	20,007
CO_{2mass}	g/h	2 629,658	222,799
Potenza P_{II}	kW	2,31	0
Fattori di ponderazione WF_i	—	0,85	0,15

$$HC = \frac{112{,}52 \times 0{,}85 + 9{,}119 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 49{,}4 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{4{,}800 \times 0{,}85 + 0{,}034 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 2{,}08 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{517{,}851 \times 0{,}85 + 20{,}007 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 225{,}71 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{2\,629{,}658 \times 0{,}85 + 222{,}799 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 1\,155{,}4 \text{ g/kWh}$$

2.3. **Dati sui gas di scarico diluiti prodotti da un motore ad accensione comandata a quattro tempi**

Per quanto riguarda i dati sperimentali (tabella 18), effettuare prima i calcoli per la modalità 1 ed estenderli successivamente alle altre modalità di prova seguendo la stessa procedura.

Tabella 18 — Dati sperimentali riguardanti un motore ad accensione comandata a quattro tempi

Modalità		1	2	3	4	5	6
Regime del motore	m^{-1}	3 060	3 060	3 060	3 060	3 060	2 100
Potenza	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Carico in %s	%	100	75	50	25	10	0
Fattori di ponderazione	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pressione barometrica	kPa	980	980	980	980	980	980
Temperatura aria di alimentazione [1]	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Umidità relativa aria di alimentazione [1]	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Umidità assoluta aria di alimentazione [1]	g_{H20}/kg_{air}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO sul secco	ppm	3 681	3 465	2 541	2 365	3 086	1 817
NO_x su umido	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC su umido	ppm C1	91	92	77	78	119	186
CO_2 sul secco	% Vol.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208

Modalità		1	2	3	4	5	6
CO sul secco (di fondo)	ppm	3	3	3	2	2	3
NO_x su umido (di fondo)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC su umido (di fondo)	ppm C1	6	6	5	6	6	4
CO_2 sul secco (di fondo)	% Vol.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Portata mass. Gas di scarico dil. G_{TOTW}	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Rapporto α H/C del carburante	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Rapporto β O/C del carburante		0	0	0	0	0	0

([1]) Condizioni dell'aria di diluizione uguali a quelle dell'aria di alimentazione.

2.3.1. *Fattore di correzione secco/umido k_w*

Calcolare il fattore di correzione secco/umido k_w per convertire le misure sul secco di CO e CO_2 in misure su umido.

Per il gas di scarico diluito:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \, CO_2 \, [secco]}{200}} \right)$$

dove:

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13{,}4}{\% \, conc_{CO_2} + (ppm \, conc_{CO} + ppm \, conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13{,}4}{1{,}038 + (3\,681 + 91) \times 10^{-4}} = 9{,}465$$

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times [4{,}08 \times (1 - 1/9{,}465) + 4{,}08 \times (1/9{,}465)]}{1\,000 + 1{,}608 \times [4{,}08 \times (1 - 1/9{,}465) + 4{,}08 \times (1/9{,}465)]} = 0{,}007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - 0{,}007)}{1 + \frac{1{,}85 \times 1{,}038}{200}} \right) = 0{,}984$$

$$CO\,[umido] = CO\,[secco] \times k_w = 3\,681 \times 0{,}984 = 3\,623 \text{ ppm}$$

$$CO_2\,[umido] = CO_2\,[secco] \times k_w = 1{,}038 \times 0{,}984 = 1{,}0219\ \%$$

Tabella 19 — Valori di CO e CO_2 misurati su umido per i gas di scarico diluiti in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
DF	—	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k_{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k_w	—	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO su umido	ppm	3 623	3 417	2 510	2 340	3 057	1 802
CO_2 su umido	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Per l'aria di diluizione:

$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$

dove il fattore k_{w1} è uguale a quello già calcolato per il gas di scarico diluito.

$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$

$$CO\ [umido] = CO\ [secco] \times k_w = 3 \times 0,993 = 3\ ppm$$

$$CO_2\ [umido] = CO_2\ [secco] \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421\ \%\ Vol$$

Tabella 20 — Valori di CO e CO_2 misurati su umido per l'aria di diluizione in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
k_{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
kw	—	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO su umido	ppm	3	3	3	2	2	3
CO_2 su umido	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2. *Emissioni di HC*

$$HC_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

dove:

u = 0,000478 dalla tabella 2

$conc_c$ = conc − $conc_d$ × (1−1/DF)

$conc_c$ = 91 − 6 × (1−1/9,465) = 86 ppm

HC_{mass} = 0,000478 × 86 × 625,722 = 25,666 g/h

Tabelle 21 — Emissioni di HC [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

2.3.3. *Emissioni di NO_x*

Calcolare il fattore di correzione K_H delle emissioni di NO_x come segue:

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times 4{,}8 - 0{,}862 \times 10^{-3} \times (4{,}08)^2 = 0{,}79$$

Tabella 22 — Fattore di correzione dell'umidità K_H delle emissioni di NO_x in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
K_H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$NO_{x_{mass}} = u \times conc_c \times K_H \times G_{TOTW}$$

dove:

u = 0,001587 dalla tabella 2

$conc_c$ = conc − $conc_d$ × (1−1/DF)

$conc_c$ = 85 − 0 × (1−1/9,465) = 85 ppm

NOx_{mass}= 0,001587 × 85 × 0,79 × 625,722 = 67,168 g/h

Tabella 23 — Emissioni di NO_x [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
NO_{xmass}	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811

2.3.4. *Emissioni di CO*

$$CO_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

dove:

u = 0,000966 dalla tabella 2

$conc_c$ = conc − $conc_d$ × (1−1/DF)

$conc_c$ = 3 622 − 3 × (1−1/9,465) = 3 620 ppm

CO_{mass} = 0,000966 × 3 620 × 625,722 = 2 188,001 g/h

Tabella 24 — Emissioni di CO [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435

2.3.5. *Emissioni di CO_2*

$$CO_{2mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

dove:

u = 15,19 dalla tabella 2

$conc_c$ = conc − $conc_d$ × (1−1/DF)

$conc_c$ = 1,0219 − 0,0421 × (1−1/9,465) = 0,9842 % Vol

CO_{2mass} = 15,19 × 0,9842 × 625,722 = 9 354,488 g/h

Tabella 25 — Emissioni di CO_2 [g/h] in base alle diverse modalità di prova

Modalità	1	2	3	4	5	6
CO_{2mass}	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229

2.3.6. *Emissioni specifiche*

Le emissioni specifiche (g/kWh) per tutti i singoli componenti sono calcolate nel modo seguente:

$$\text{Singolo gas} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

Tabella 26 — Emissioni [g/h] e fattori di ponderazione in base alle diverse modalità di prova

Modalità		1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	G/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO_{xmass}	G/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO_{mass}	G/h	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435
CO_{2mass}	G/h	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229
Potenza P_i	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Fattori di ponderazione WF_I	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{25{,}666 \times 0{,}090 + 25{,}993 \times 0{,}200 + 21{,}607 \times 0{,}290 + 21{,}850 \times 0{,}300 + 34{,}074 \times 0{,}070 + 48{,}963 \times 0{,}050}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 4{,}12 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{67{,}168 \times 0{,}090 + 38{,}721 \times 0{,}200 + 19{,}012 \times 0{,}290 + 4{,}621 \times 0{,}300 + 2{,}319 \times 0{,}070 + 0{,}811 \times 0{,}050}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 3{,}42 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2\,188{,}001 \times 0{,}09 + 2\,068{,}760 \times 0{,}2 + 1\,510{,}187 \times 0{,}29 + 1\,424{,}792 \times 0{,}3 + 1\,853{,}109 \times 0{,}07 + 975{,}435 \times 0{,}05}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 271{,}15 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{9\,354{,}488 \times 0{,}09 + 7\,295{,}794 \times 0{,}2 + 5\,717{,}531 \times 0{,}29 + 3\,973{,}503 \times 0{,}3 + 2\,756{,}113 \times 0{,}07 + 1\,430{,}229 \times 0{,}05}{13{,}15 \times 0{,}090 + 9{,}81 \times 0{,}200 + 6{,}52 \times 0{,}290 + 3{,}25 \times 0{,}300 + 1{,}28 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 887{,}53 \text{ g/kWh}$$

Appendice 4

1. CONFORMITÀ AGLI STANDARD DI EMISSIONE

La presente appendice si applica solo ai motori ad accensione comandata nella fase II.

1.1. Gli standard di emissione dei gas di scarico per i motori nella fase II, di cui all'allegato I, punto 4.2, si applicano alle emissioni dei motori per il periodo di durabilità delle caratteristiche di emissione (EDP) determinato ai sensi della presente appendice.

1.2. Per tutti i motori della fase II, se tutti i motori sottoposti a prova che rappresentano una famiglia di motori producono, quando vengono sottoposti correttamente a prove secondo le procedure illustrate nella presente direttiva, emissioni inferiori o uguali a ciascuno standard di emissione della fase II (limite di emissione della famiglia o FEL) in una determinata classe di motori, previa correzione con il fattore di deterioramento (DF) di cui alla presente appendice, s'intende che la famiglia in questione soddisfa gli standard di emissione di quella classe. Se un motore sottoposto a prova che rappresenta una famiglia di motori presenta emissioni che, previa correzione con il fattore di deterioramento di cui alla presente appendice, risultino superiori a uno standard di emissione (FEL, se applicabile) per una determinata classe di motori, s'intende che la famiglia in questione non soddisfa gli standard di emissione per quella classe di motori.

1.3. I piccoli produttori di motori possono scegliere se applicare i fattori di deterioramento per $HC+NO_x$ e CO indicati nelle tabelle 1 e 2 del presente punto o se calcolare i fattori di deterioramento per $HC+NO_x$ e CO secondo la procedura descritta al punto 1.3.1. Per le tecnologie non comprese nelle tabelle 1 e 2 del presente punto, il costruttore può utilizzare la procedura descritta al punto 1.4 della presente appendice.

Tabella 1: Motori portatili — Fattori di deterioramento predefiniti per $HC+NO_x$ e CO per i piccoli costruttori di motori

Classe motore	Motori a due tempi		Motori a quattro tempi		Motori con post-trattamento
	$HC + NO_x$	CO	$HC + NO_x$	CO	
SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	I DF sono calcolati con la formula del punto 1.3.1
SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tabella 2: Motori non portatili — Fattori di deterioramento predefiniti per $HC+NO_x$ e CO per i piccoli costruttori di motori

Classe motore	Motori con valvole laterali		Motori con valvole in testa		Motori con post-trattamento
	$HC + NO_x$	CO	$HC + NO_x$	CO	
SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	I DF sono calcolati con la formula del punto 1.3.1
SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

1.3.1. *Formula per il calcolo dei fattori di deterioramento per i motori con post-trattamento*

$$DF = [(NE * EDF) - (CC * F)] / (NE - CC)$$

dove:

DF = fattore di deterioramento

NE = livelli di emissione di un motore nuovo prima del catalizzatore (g/kWh)

EDF = fattore di deterioramento per motori senza catalizzatore, come indicato nella tabella 1

CC = quantità convertita a 0 ore in g/kWh

F = 0,8 per gli HC e 0,0 per i NO_x per tutte le classi di motori

F = 0,8 per il CO per tutte le classi di motori

1.4. Il costruttore sceglie un DF predefinito o lo calcola, secondo il caso, per ciascun inquinante regolamentato e per tutte le famiglie di motori della fase II. I DF devono essere utilizzati per l'omologazione e per le prove delle linee di produzione.

1.4.1. Per i motori che non utilizzano i DF predefiniti delle tabelle 1 o 2, i fattori di deterioramento sono calcolati come indicato di seguito.

1.4.1.1. Su almeno un motore di prova che rappresenti la configurazione prescelta maggiormente suscettibile di superare gli standard di emissione (FEL, se applicabili) per HC + NO_x e costruito in modo da rappresentare i motori in produzione, eseguire la prova delle emissioni seguendo la procedura (completa) descritta nella presente direttiva dopo il numero di ore che corrisponde alla stabilizzazione delle emissioni.

1.4.1.2. Se la prova riguarda più di un motore, fare la media dei risultati e arrotondarla allo stesso numero di decimali contenuti nello standard applicabile, con una cifra significativa in più.

1.4.1.3. Ripetere la prova delle emissioni dopo invecchiamento del motore. La procedura di invecchiamento dovrebbe essere tale da consentire al costruttore di predire adeguatamente il deterioramento delle emissioni durante l'uso nel periodo di durabilità del motore, tenendo conto del tipo di usura e di altri meccanismi di deterioramento previsti in caso di uso normale da parte dell'utilizzatore e che potrebbero ripercuotersi sulle prestazioni a livello di emissioni. Se la prova riguarda più di un motore, fare la media dei risultati e arrotondarla allo stesso numero di decimali contenuti nello standard applicabile, con una cifra significativa in più.

1.4.1.4. Dividere le emissioni ottenute alla fine del periodo di durabilità EDP (emissioni medie, se del caso) per ciascun inquinante regolamentato per le emissioni stabilizzate (emissioni medie, se applicabili) e arrotondare il valore a due cifre significative. Il valore ottenuto è il DF; se risulta inferiore a 1,00, il DF è pari a 1,0.

1.4.1.5. È facoltà del costruttore programmare altri punti di prova delle emissioni tra il punto di prova delle emissioni stabilizzate e la fine dell'EDP. Se sono previste prove intermedie, i punti di prova devono essere equamente distanziati nell'arco dell'EDP (più o meno due ore) e uno di essi deve situarsi a metà dell'intero EDP (più o meno 2 ore).

Per ciascun inquinante HC+NO_x e CO viene tracciata una retta tra i punti corrispondenti ai dati, considerando che la prova iniziale sia avvenuta all'ora zero e utilizzando il metodo dei minimi quadrati. Il fattore di deterioramento è dato dalle emissioni calcolate al termine dell'EDP diviso le emissioni calcolate all'ora zero.

1.4.1.6. I fattori di deterioramento calcolati possono riguardare famiglie diverse da quelle utilizzate come riferimento per il loro calcolo, a condizione che il costruttore dimostri all'autorità competente nazionale, prima dell'omologazione, che si può ragionevolmente prevedere che le famiglie di motori interessate presentino caratteristiche analoghe di deterioramento delle emissioni alla luce della progettazione e della tecnologia utilizzate.

Segue un elenco non limitativo delle classificazioni dei modelli e delle tecnologie.

— Motori convenzionali a due tempi senza sistema di post-trattamento.

— Motori convenzionali a due tempi con convertitore in ceramica avente lo stesso materiale attivo e carico e lo stesso numero di celle per cm^2.

— Motori convenzionali a due tempi con convertitore metallico avente lo stesso materiale attivo e carico, lo stesso substrato e lo stesso numero di celle per cm^2.

— Motori a due tempi dotati di sistema di evacuazione fumi stratificato.

— Motori a quattro tempi con catalizzatore (definito in precedenza) con la stessa tecnologia valvolare e sistema di lubrificazione identico.

— Motori a quattro tempi con catalizzatore con la stessa tecnologia valvolare e sistema di lubrificazione identico.

2. PERIODI DI DURABILITÀ DELLE EMISSIONI (EDP) PER I MOTORI DELLA FASE II

2.1. Al momento dell'omologazione i costruttori dichiarano la categoria di EDP applicabile a ciascuna famiglia di motori. La categoria in questione è la categoria che più si avvicina alla vita utile prevista dell'apparecchiatura nella quale si presume sarà montato il motore, secondo quanto indicato dal costruttore del motore. Il costruttore conserva i dati necessari a giustificare la scelta della categoria di EDP per ciascuna famiglia di motori e, su richiesta, li fornisce all'autorità di omologazione.

2.1.1. Motori portatili: il costruttore seleziona una categoria di EDP in base alla tabella 1.

Tabella 1: Categorie di EDP per motori portatili (in ore)

Categoria	1	2	3
Classe SH:1	50	125	300
Classe SH:2	50	125	300
Classe SH:3	50	125	300

2.1.2. Motori non portatili: il costruttore seleziona una categoria di EDP in base alla tabella 2.

Tabella 2: Categorie di EDP per motori non portatili (in ore)

Categoria	1	2	3
Classe SN:1	50	125	300
Classe SN:2	125	250	500
Classe SN:3	125	250	500
Classe SN:4	250	500	1 000

2.1.3. Il costruttore deve garantire all'autorità di omologazione che la vita utile dichiarata è adeguata. Fra i dati che giustificano la scelta della categoria di EDP operata dal costruttore per una famiglia di motori possono figurare i seguenti, che non hanno tuttavia carattere limitativo:

— studi sulle vite utili delle apparecchiature sulle quali devono essere installati i motori,

— valutazioni tecniche dei motori invecchiati a seguito di usura normale per accertare il momento in cui le prestazioni del motore si deteriorano fino al punto che, per garantire l'utilità e/o l'affidabilità dello stesso, si renda necessaria la riparazione o la sostituzione,

— dichiarazioni di garanzia e periodi di garanzia,

— materiale di marketing riguardante la vita del motore,

— rapporti sui guasti presentati dagli utilizzatori dei motori, e

— valutazioni tecniche della durabilità, espressa in ore, delle tecnologie, dei materiali o dei progetti specifici dei motori.»;

5) l'allegato IV diventa l'allegato V ed è modificato come segue:

I titoli attuali sono sostituiti dai seguenti testi:

«CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CARBURANTE DI RIFERIMENTO PRESCRITTO PER LE PROVE DI OMOLOGAZIONE E PER LA VERIFICA DELLA CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE

CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI AD ACCENSIONE PER COMPRESSIONE»

Nella tabella, alla riga «Indice di neutralizzazione», il termine «Minimo» della seconda colonna è sostituito dal termine «Massimo». Vengono aggiunte una nuova tabelle e nuove note:

«CARBURANTE DI RIFERIMENTO PER MACCHINE MOBILI NON STRADALI — MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA

Nota: Il carburante impiegato nei motori a due tempi è una miscela di olio lubrificante e di benzina come indicato di seguito. Il rapporto carburante/olio deve essere quello raccomandato dal costruttore, come indicato nell'allegato IV, punto 2.7.

Parametri	Unità di misura	Limiti [1]		Metodo di prova	Pubblicazione
		Minimo	Massimo		
Numero di ottani ricerca (RON)		95,0	—	EN 25164	1993
Numero di ottani motore (MON)		85,0	—	EN 25163	1993
Densità a 15 °C	kg/m_3	748	762	ISO 3675	1995
Pressione di vapore Reid	kPa	56,0	60,0	EN 12	1993
Distillazione:			—		
— Punto di ebollizione iniziale	°C	24	40	EN-ISO 3405	1988
— Evaporato a 100 °C	% v/v	49,0	57,0	EN-ISO 3405	1988
— Evaporato a 150 °C	% v/v	81,0	87,0	EN-ISO 3405	1988
— Punto di ebollizione finale	°C	190	215	EN-ISO 3405	1988
Residui	%	—	2	EN-ISO 3405	1988
Analisi degli idrocarburi:	—				—
— Olefine	% v/v	—	10	ASTM D 1319	1995
— Idrocarburi aromatici	% v/v	28,0	40,0	ASTM D 1319	1995
— Benzene	% v/v	—	1,0	EN 12177	1998
— Saturi	% v/v	—	saldo	ASTM D 1319	1995
Rapporto carbonio/idrogeno		rapporto	rapporto		
Stabilità all'ossidazione [2]	min	480	—	EN-ISO 7536	1996
Tenore di ossigeno	% m/m	—	2,3	EN 1601	1997

Parametri	Unità di misura	Limiti [1]		Metodo di prova	Pubblicazione
		Minimo	Massimo		
Gomma esistente	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246	1997
Tenore di zolfo	mg/kg	—	100	EN-ISO 14596	1998
Corrosione rame a 50 °C		—	1	EN-ISO 2160	1995
Tenore di piombo	g/l	—	0,005	EN 237	1996
Tenore di fosforo	g/l	—	0,0013	ASTM D 3231	1994

Nota 1: I valori indicati nelle specifiche sono "valori effettivi". Per stabilire i loro valori limite sono state applicate le condizioni della norma ISO 4259, "Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test", e nel fissare un valore minimo si è tenuto conto di una differenza minima di 2R sopra lo zero; nel fissare un valore massimo e uno minimo la differenza minima è 4R (R = riproducibilità). Nonostante questi calcoli, necessari per ragioni statistiche, il produttore di un carburante deve comunque mirare ad un valore zero quando il valore massimo stabilito è 2R e al valore medio quando siano indicati limite massimo e limite minimo. In caso di dubbio sulla conformità di un carburante alle specifiche, si applicano le disposizioni della norma ISO 4259.

Nota 2: Il carburante può contenere inibitori dell'ossidazione e disattivanti metallici normalmente impiegati per stabilizzare flussi di benzina in raffineria; è vietato aggiungere detergenti/additivi dispersivi e oli solventi.»;

6) l'allegato V diventa allegato VI;

7) l'allegato VI diventa allegato VII ed è modificato come segue:

a) l'appendice 1 è modificata come segue:

— il titolo è sostituito dal seguente:

«*Appendice 1*

RISULTATI DELLE PROVE PER I MOTORI AD ACCENSIONE PER COMPRESSIONE»

— Il testo del punto 1.3.2 è sostituito dal testo seguente:

«1.3.2. Potenza assorbita ai regimi del motore indicati (secondo quanto specificato dal costruttore):

Apparecchiatura	Potenza P_{AE} (in kW) assorbita a vari regimi del motore (*), tenendo conto dell'appendice 3 del presente allegato	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
Totale		

(*) Non deve essere maggiore del 10 % della potenza misurata durante la prova.»

— il punto 1.4.2 è sostituito dal testo seguente:

«1.4.2. **Potenza del motore** (*)

Condizione	Regolazione della potenza (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
Potenza massima misurata durante la prova (P_M) (kW) (a)		
Potenza totale assorbita dall'apparecchiatura azionata dal motore conformemente al punto 1.3.2 della presente appendice o al punto 2.8 dell'allegato III (P_{AE}) (kW) (b)		
Potenza netta del motore specificata nel punto 2.4 dell'allegato I (kW) (c)		
c = a + b		

(*) Potenza non corretta misurata a norma dell'allegato I, punto 2.4.»

— Il punto 1.5 è modificato come segue:

«1.5. **Livelli di emissione**

1.5.1. *Regolazione del dinamometro (kW)*

Carico percentuale	Regolazione del dinamometro (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
10 (se applicabile)		
25 (se applicabile)		
50		
75		
100		

1.5.2. Risultati delle emissioni nel ciclo di prova»

b) Viene aggiunta la seguente appendice:

«*Appendice 2*

RISULTATI DELLE PROVE PER I MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA

1. INFORMAZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE DELLE PROVE (*):

1.1. **Carburante di riferimento utilizzato per le prove**

1.1.1. Numero di ottani

1.1.2. Indicare la percentuale di olio nella miscela se il lubrificante e la benzina sono miscelati come avviene nei motori a due tempi

1.1.3. Densità della benzina per i motori a quattro tempi e della miscela benzina/olio per i motori a due tempi

(*) Nel caso di vari motori capostipite, indicare le informazioni relative a ciascuno di essi.

1.2. **Lubrificante**

1.2.1. Marca o marche

1.2.2. Tipo o tipi

1.3. **Apparecchiatura azionata dal motore (se applicabile)**

1.3.1. Elenco e dettagli di identificazione

1.3.2. Potenza assorbita ai regimi del motore indicati (secondo quanto specificato dal costruttore)

Apparecchiatura	Potenza P_{AE} (kW) assorbita ai vari regimi del motore (*) tenendo conto dell'appendice 3 del presente allegato	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
Totale:		

(*) Non deve essere maggiore del 10 % della potenza misurata durante la prova.

1.4. **Prestazioni del motore**

1.4.1. Regimi del motore:

Minimo: min^{-1}

Intermedio: min^{-1}

Nominale: min^{-1}

1.4.2. Potenza del motore (*)

Condizione	Regolazione della potenza (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale
Potenza massima misurata durante la prova (P_M) (kW) (a)		
Potenza totale assorbita dall'apparecchiatura azionata dal motore conformemente al punto 1.3.2 della presente appendice o al punto 2.8 dell'allegato III (P_{AE}) (kW) (b)		
Potenza netta del motore specificata nel punto 2.4 dell'allegato I (kW) (c)		
c = a + b		

(*) Potenza non corretta misurata a norma dell'allegato I, punto 2.4.

1.5. **Livelli di emissione**

1.5.1. Regolazione del dinamometro (kW)

Carico percentuale	Regolazione del dinamometro (kW) a vari regimi del motore	
	Regime intermedio (se applicabile)	Regime nominale (se applicabile)
10 (se applicabile)		
25 (se applicabile)		
50		
75		
100		

1.5.2. Risultati delle emissioni nel ciclo di prova

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh»;

c) Viene aggiunta la seguente appendice:

«*Appendice 3*

APPARECCHIATURE E DISPOSITIVI AUSILIARI DA INSTALLARE PER LA PROVA PER DETERMINARE LA POTENZA DEL MOTORE

Numero	Apparecchiature e dispositivi ausiliari	Installati durante la prova delle emissioni
1	Sistema di aspirazione	
	Collettore di aspirazione	Sì, apparecchiatura di serie
	Sfiatatoio del basamento (del carter)	Sì, apparecchiatura di serie
	Dispositivi di controllo per il sistema a doppio collettore di aspirazione	Sì, apparecchiatura di serie
	Flussometro dell'aria	Sì, apparecchiatura di serie
	Condotto aspirazione dell'aria	Si ([a])
	Filtro dell'aria	Si ([a])
	Silenziatore di aspirazione	Si ([a])
	Limitatori di velocità	Si ([a])
2	Dispositivo di riscaldamento dell'aria aspirata del collettore di aspirazione	Sì, apparecchiatura di serie da installare, se possibile, nella condizione più favorevole
3	Sistema di scarico	
	Depuratore di scarico	Sì, apparecchiatura di serie
	Collettore di scarico	Sì, apparecchiatura di serie
	Condotti di scarico	Si ([b])
	Silenziatore	Si ([b])
	Tubo di scarico	Si ([b])
	Freno-motore	No ([c])
	Dispositivo di sovralimentazione	Sì, apparecchiatura di serie

Numero	Apparecchiature e dispositivi ausiliari	Installati durante la prova delle emissioni
4	Pompa di alimentazione del carburante	Sì, apparecchiatura di serie ([d])
5	Carburazione	
	Carburatore	Sì, apparecchiatura di serie
	Dispositivo di controllo elettronico, flussometro dell'aria, ecc.	Sì, apparecchiatura di serie
	Dispositivo per motori a gas	
	Riduttore di pressione	Sì, apparecchiatura di serie
	Evaporatore	Sì, apparecchiatura di serie
	Miscelatore	Sì, apparecchiatura di serie
6	Dispositivo di iniezione del carburante (benzina e diesel)	
	Prefiltro	Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova
	Filtro	Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova
	Pompa	Sì, apparecchiatura di serie
	Tubo del carburante	Sì, apparecchiatura di serie
	Iniettore	Sì, apparecchiatura di serie
	Valvola di aspirazione dell'aria	Sì, apparecchiatura di serie ([e])
	Dispositivo di controllo elettronico, flussometro dell'aria, ecc.	Sì, apparecchiatura di serie
	Regolatore/sistema di comando	Sì, apparecchiatura di serie
	Fine corsa automatico di pieno carico della cremagliera in funzione delle condizioni atmosferiche	Sì, apparecchiatura di serie
7	Impianto di raffreddamento a liquido	
	Radiatore	No
	Ventilatore	No
	Carenatura del ventilatore	No
	Pompa dell'acqua	Sì, apparecchiatura di serie ([f])
	Termostato	Sì, apparecchiatura di serie ([g])
8	Raffreddamento ad aria	
	Carenatura	No ([h])
	Ventilatore o soffiante	No ([h])
	Dispositivo per regolare la temperatura	No
9	Impianto elettrico	
	Dinamo	Sì, apparecchiatura di serie ([i])
	Sistema distribuzione a scintilla	Sì, apparecchiatura di serie
	Bobina(e)	Sì, apparecchiatura di serie
	Schema elettrico	Sì, apparecchiatura di serie
	Candele	Sì, apparecchiatura di serie
	Impianto di controllo elettronico, compreso sensore battito/sistema di ritardo accensione	Sì, apparecchiatura di serie

Numero	Apparecchiature e dispositivi ausiliari	Installati durante la prova delle emissioni
10	Dispositivo di sovralimentazione	
	Compressore azionato direttamente dal motore e/o dai suoi gas di scarico	Sì, apparecchiatura di serie
	Refrigeratore ad aria	Sì, apparecchiatura di serie o attrezzatura banco di prova (j) (k)
	Pompa o ventola del refrigerante (azionata dal motore)	No (h)
	Dispositivo per regolare la portata di liquido di raffreddamento	Sì, apparecchiatura di serie
11	Ventola ausiliaria del banco di prova	Sì, se necessario
12	Dispositivo antinquinamento	Sì, apparecchiatura di serie (l)
13	Impianto di avviamento	Impianto banco di prova
14	Pompa olio lubrificante	Sì, apparecchiatura di serie

(a) Il sistema completo di aspirazione deve essere montato come previsto per l'impiego voluto, se:
può influire sensibilmente sulla potenza del motore;
si tratta di motori ad accensione comandata con aspirazione atmosferica;
il costruttore lo richiede.
Negli altri casi, può essere installato un sistema equivalente ed occorre verificare che la pressione di aspirazione non differisca di oltre 100 Pa dal valore limite specificato dal costruttore per un filtro dell'aria pulito.

(b) Il sistema completo di scarico deve essere montato come previsto per l'impiego voluto se:
può influire sensibilmente sulla potenza del motore;
si tratta di motori ad accensione comandata con aspirazione atmosferica;
il costruttore lo richiede.
Negli altri casi può essere montato un sistema equivalente purché la pressione misurata non differisca di oltre 1 000 Pa dal valore specificato dal costruttore.

(c) Se nel motore è incorporato un freno motore, la farfalla deve essere fissata in posizione completamente aperta.

(d) La pressione di alimentazione del carburante può essere regolata, se del caso, per riprodurre la pressione esistente per quella particolare applicazione del motore (in particolare, se è previsto un sistema di ritorno del carburante).

(e) La valvola di aspirazione dell'aria è quella che comanda il regolatore pneumatico della pompa di iniezione. Il regolatore o il sistema di iniezione possono contenere altri dispositivi in grado di influire sul quantitativo di carburante iniettato.

(f) La circolazione del liquido di raffreddamento deve essere attivata soltanto dalla pompa dell'acqua del motore. Il raffreddamento del liquido può avvenire attraverso un circuito esterno, a condizione che la perdita di pressione di questo circuito e la pressione all'entrata della pompa restino più o meno pari a quelle del sistema di raffreddamento del motore.

(g) Il termostato può essere fissato in posizione di massima apertura.

(h) Se per la prova viene montato un ventilatore di raffreddamento o un soffiante la potenza che assorbono deve essere aggiunta ai valori registrati, eccetto il caso in cui i ventilatori di raffreddamento di motori raffreddati ad aria siano montati direttamente sull'albero a gomiti. La potenza del ventilatore o del soffiante deve essere determinata alle velocità utilizzate per la prova mediante calcolo sulla base delle caratteristiche standard o mediante prove pratiche.

(i) Erogazione minima della dinamo: la dinamo deve fornire la corrente minima necessaria al funzionamento dei dispositivi ausiliari indispensabili al funzionamento del motore. Ove occorra raccordare una batteria, quest'ultima dovrà essere in buono stato e completamente carica.

(j) I motori a raffreddamento dell'aria di sovralimentazione devono essere collaudati con tale sistema in azione (a liquido o ad aria); a discrezione del fabbricante, però, il refrigeratore dell'aria può essere sostituito con un dispositivo sul banco di prova. In entrambi i casi, la misurazione della potenza ad ogni velocità deve essere effettuata agli abbassamenti massimi di pressione e minimi di temperatura dell'aria del motore attraverso il refrigeratore dell'aria di sovralimentazione nel dispositivo sul banco di prova specificato dal costruttore.

(k) Ad esempio, dispositivo di ricircolazione dei gas combusti (EGR), convertitore catalitico, reattore termico, alimentatore secondario di aria e dispositivo di protezione dell'evaporazione del carburante.

(l) L'energia per l'impianto elettrico o altri sistemi di avviamento viene fornita dal banco di prova.»;

8) gli allegati da VII a X diventano allegati da VIII a XI;

9) è aggiunto il seguente allegato.

«ALLEGATO XII

RICONOSCIMENTO DI OMOLOGAZIONI ALTERNATIVE

1. Le omologazioni in appresso e, se del caso, i relativi marchi di omologazione sono ritenuti equivalenti all'omologazione concessa a norma della presente direttiva per i motori delle classi A, B e C di cui all'articolo 9, punto 2:

1.1. Direttiva 2000/25/CE

1.2. Omologazioni concesse a norma della direttiva 88/77/CEE, conformi ai requisiti della fase A o B, di cui all'articolo 2 e all'allegato I, punto 6.2.1, della direttiva stessa, modificata dalla direttiva 91/542/CEE, o a norma del regolamento UNECE n. 49, serie 02 di emendamenti, errata corrige I/2.

1.3. Certificati di omologazione a norma del regolamento UNECE n. 96.

2. Le omologazioni in appresso e, se del caso, i relativi marchi di omologazione sono ritenuti equivalenti all'omologazione concessa a norma della presente direttiva per i motori delle classi D, E, F e G (fase II) di cui all'articolo 9, punto 3:

2.1. Direttiva 2000/25/CE, omologazioni fase II.

2.2. Omologazioni concesse a norma della direttiva 88/77/CEE, modificata dalla direttiva 99/96/CE, conformi ai requisiti delle fasi A, B1, B2 o C di cui all'articolo 2 e all'allegato I, punto 6.2.1.

2.3. Regolamento UNECE n. 49, serie 03 di emendamenti.

2.4. Regolamento UNECE n. 96, omologazioni fase B, di cui alla serie 01 di emendamenti, punto 5.2.1.»

05A03253

AUGUSTA IANNINI, *direttore* FRANCESCO NOCITA, *redattore*

(G503061/1) Roma, 2005 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. - S.

€ 4,00